



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERIA**  
**Facultad de Tecnología de la Construcción**

## **Monografía**

### **ESTUDIO A NIVEL DE PERFIL DEL PROYECTO “MEJORAMIENTO VIAL DEL CAMINO SAN ANTONIO – EL GIGANTE” EN EL MUNICIPIO DE TOLA, RIVAS.**

Para optar al título de ingeniero civil

## **Elaborado por**

Br. Marlon Enrique Ríos Guevara

Br. Pablo Román Romero Rivera.

## **Tutor**

Ing. Guillermo Acevedo Ampié

Managua, Agosto 2018

Managua, 15 de agosto de 2018.

Dr. Oscar Gutiérrez Somarriba  
Decano  
Facultad de Tecnología de la Construcción  
UNI

Estimado Dr. Gutiérrez:

Por este medio le comunico que los Brs. Marlon Enrique Ríos Guevara y Pablo Román Romero Rivera han desarrollado el trabajo de monografía titulado *Estudio a nivel de perfil del proyecto "Mejoramiento vial del camino San Antonio - El Gigante" en el municipio de Tola, Rivas*, el cual he revisado y recomiendo para su presentación ante el tribunal examinador que Ud. designe.

Este trabajo cumple los requisitos para su presentación y defensa por parte de los sustentantes, se desarrolla adecuadamente conforme los objetivos planteados, tiene coherencia metodológica y establece conclusiones de acuerdo a los resultados obtenidos.

Sin más a que referirme y deseándole éxitos en su gestión, le saludo.

---

*Ing. Guillermo Acevedo Ampié.*  
*Docente FTC*

Cc/ archivo

## Índice General

Capitulo I.- Generalidades	1
1.1. Introducción	1
1.2. Antecedentes	2
1.3. Justificación	3
1.4. Objetivos	4
1.5. Marco teórico	5
1.6. Diseño metodológico	10
 Capitulo II.- Estudio de demanda	 19
2.1. Aspectos generales del municipio de Tola	19
2.2. Caracterización socio económica	21
2.3. Uso actual de los suelos	26
2.3. Área de influencia del proyecto	27
 Capitulo III.- Estudio técnico del proyecto	 30
3.1. Localización del proyecto	30
3.2. Ingeniería del proyecto	33
3.3. Estudio del proceso del proyecto	51
 Capitulo IV.- Estudio económico del proyecto	 61
4.1. Situación sin proyecto	61
4.1.1. Producción en la zona.	61
4.1.2. Mantenimiento	65
4.2. Situación con proyecto	67
4.2.1. Producción en la zona	67
4.2.2. Inversión	68
4.2.3. Mantenimiento	70

4.2.4. Beneficios del proyecto	72
4.3. Conversión de precios financieros a precios económicos	73
4.4. Análisis marginal	75
4.6. Análisis económico del proyecto	77
 Capítulo V.- Conclusiones y recomendaciones	 79
5.1.- Conclusiones	79
5.2.- Recomendaciones	80
 Bibliografía	 81
Anexos	
Planos	

## **Índice de cuadros.**

Cuadro N° 1. Poblados principales de Tola.	20
Cuadro N° 2. Población del municipio de Tola	21
Cuadro N° 3. Índices educativos de Tola	22
Cuadro N° 4. Estado de la educación municipal.	22
Cuadro N° 5. Establecimientos de salud y estado de la infraestructura	23
Cuadro N° 6. Información de atención por edad Puesto de salud El Coyol	23
Cuadro N° 7. Información de atención por sexo Puesto de salud El Coyol	24
Cuadro N° 8. Principales indicadores agrícolas	25
Cuadro N° 9. Siembra y producción de granos básicos (2011 – 2016)	25
Cuadro N° 10. Actividad pecuaria	26
Cuadro N° 11. Actividad avícola y porcina.	26
Cuadro N° 12. Uso actual de los suelos	27
Cuadro N° 13. Conteo Salinas - Estación 1	41
Cuadro N° 14. Conteo Tola - Estación 1	42
Cuadro N° 15. Conteo Estación 2 – Empalme	43
Cuadro N° 16 Conteo Gigante - Estación 2	44
Cuadro N° 17. Factores Estación de Mayor Cobertura 1802	46
Cuadro N° 18. Factores Estación de Corta Duración 6202	47
Cuadro N° 19. Expansión a 24 horas Conteo Tola - Estación 1	47
Cuadro N° 20. vpd semanal Tola - Estación 1	48
Cuadro N° 21. Expansión a trafico promedio diario anual Tola - Estación 1	48
Cuadro N° 22. Proyección de tráfico	50
Cuadro N° 23. Rendimientos agrícolas en la zona de estudio.(sin proyecto)	63
Cuadro N° 24. Indicadores técnicos producción ganadera	64
Cuadro N° 25. Costo de mantenimiento anual (sin proyecto)	65
Cuadro N° 26. Costo de mantenimiento (sin proyecto, cada 3 años)	66
Cuadro N° 27. Costo de mantenimiento (sin proyecto, cada 10 años)	66

Cuadro N° 28. Rendimientos agrícolas en la zona de estudio. (con proyecto)	68
Cuadro N° 29. Inversión fija	69
Cuadro N° 30. Activos diferidos	69
Cuadro N° 31. Inversión total	70
Cuadro N° 32. Costo de mantenimiento anual (con proyecto)	70
Cuadro N° 33. Costo de mantenimiento (con proyecto, cada 3 años)	71
Cuadro N° 34. Costo de mantenimiento (con proyecto, cada 10 años)	71
Cuadro N° 35. Ingresos por cultivo	72
Cuadro N° 36. Precios sociales o precios sombras (2015)	73
Cuadro N° 37 Inversión fija (a precios sociales)	74
Cuadro N° 38. Inversión total (precios sociales)	74
Cuadro N° 39. Beneficio marginal de la producción (\$)	75
Cuadro N° 40. Costo marginal de mantenimiento	76
Cuadro N° 41. Beneficio marginal	77
Cuadro N° 42. Flujo de caja (precios sociales)	78

#### Índice de tablas.

Tabla N° 1 Criterios de decisión del VANE	14
Tabla N° 2 Criterios de decisión del TIRE	15

#### Índice de mapas

Mapa N° 1. Límites del municipio de Tola.	19
Mapa N° 2. Mapa político de Rivas.	30
Mapa N° 3. Ubicación de las estaciones de aforo.	38
Mapa N° 4 Sentido de las mediciones de tráfico.	39

### Índice de imagen.

Imagen N° 1. Macro localización del proyecto.	31
Imagen N° 2. Ubicación de San Antonio y El Gigante.	31
Imagen N° 3. Micro localización del camino San Antonio – El Gigante.	32
Imagen N° 4 Adoquines para calles	56

### Índice de fotos.

Foto N° 1. Vista panorámica del camino.	33
Foto N° 2 Adoquines típicos	52

## **Capítulo I.- Generalidades.**

### **1.1.- Introducción.**

El mejoramiento de la red vial en el país es una necesidad de la población para su movilización adecuada, así como de bienes y mercancías, principalmente en las zonas productivas y turísticas del país.

En la zona que se quiere desarrollar este proyecto se plantea una problemática debido al deterioro de los caminos a través del tiempo. Entre estos caminos deteriorados se encuentra el que va desde la entrada al proyecto Guacalito de la Isla en la comunidad San Antonio hasta Playa Gigante, el cual es el objeto de este estudio.

El proyecto se enmarca en una necesidad de esta zona turística en la cual se encuentra el desarrollo turístico Sociedad Marina de Guacalito S.A. Este tramo sirve de vía de acceso para unir los poblados y comunidades en el municipio de Tola y su vez con la cabecera departamental Rivas.

Funcionará como ruta de salida de la producción agrícola de las comunidades, hacia los mercados de consumo y para el desarrollo turístico de la zona. Asimismo, posibilitará el acceso a los centros de desarrollo social: educación y de salud pública en consonancia del Plan Nacional de Desarrollo Humano (PNDH).

En el estudio a nivel de perfil del proyecto de mejoramiento vial del camino San Antonio – El Gigante, se requiere cuantificar la demanda del proyecto, identificar sus beneficiarios y beneficios, los componentes técnicos relacionados con el proyecto y el análisis económico para determinar su viabilidad en todos los componentes anteriormente mencionados.

El resultado del estudio permitirá determinar si es viable desde los distintos ámbitos: demanda, técnico y económico para beneficio de las comunidades de la zona.



## **1.2. - Antecedentes.**

El departamento de Rivas se encuentra en la región del Pacífico, forma una parte importante del sector productivo y turístico del país. Tiene una extensión territorial de 2,155 kms<sup>2</sup> y su cabecera departamental lleva el mismo nombre.

El tramo de carretera que se quiere mejorar se ubica en el municipio de Tola, departamento de Rivas. Entre los sitios turísticos de Tola están las playas del Astillero, Brito, Guasacate y Gigante. El tramo de estudio inicia en la comunidad San Antonio y finaliza en Playa Gigante. Está ubicado en una zona agrícola, ganadera y turística.

En el municipio de Tola la longitud total de carreteras y caminos es de aproximadamente 301.5 km, distribuidos en red principal, secundaria y caminos privados. El revestimiento vial es en su mayor parte balastro con 56.88 %; seguido por caminos de tierra, con 23.55 %; lecho de ríos con un 14.92 % y solamente el 4.65 % revestido con asfalto y/o adoquín.

El camino en estudio se clasifica como un camino vecinal. El derecho de vía existente es variable y fluctúa entre 10 m y 15 m, con un promedio de 12 m en zonas rurales. Su ancho de rodamiento también es variable en su zona rural, teniendo entre 4 m y 5.5 metros.

El gobierno de Nicaragua a través del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) con las Alcaldías del país, han venido impulsando proyectos que demanda la comunidad principalmente, reparación y mantenimiento de caminos de acceso principales, este proyecto se enmarca en este esfuerzo por mejorar las condiciones sociales de la población nicaragüense.

### **1.3.- Justificación.**

Este tramo de camino se ubica en el municipio de Tola, departamento de Rivas, teniendo su inicio en el empalme de la comunidad San Antonio y finaliza en el poblado de El Gigante.

La principal actividad económica de la zona de influencia es la agrícola. Los cultivos importantes son granos básicos como el maíz, frijol y sorgo, los otros cultivos de mayor presencia son plátano y cítricos. Las tecnologías de siembra son tradicional, semi tecnificada y tecnificada. La otra actividad importante que se encuentra en el área de influencia es la ganadería, para lo cual existen áreas sembradas de pastos. Otra de las actividades económicas de la zona es la pesca artesanal, principalmente en las zonas costeras. Finalmente el fomento del turismo en la zona es una actividad económica en crecimiento, así como la construcción de zonas de desarrollo urbano para la promoción del turismo.

Con el proyecto el objetivo primordial es promover el desarrollo socioeconómico en el área de influencia del proyecto, reduciendo los costos de transporte para el movimiento de las personas y productos, facilitando el intercambio comercial y el acceso a los centros de desarrollo social y de salud pública. Asimismo facilitar y promover el turismo en la zona.

La región en donde se desarrollara esté proyecto se caracteriza por presentar altos índices de pobreza, por lo que una mejora en la infraestructura vial contribuye a la mejora económica y social en esta área, que por sus características socioeconómicas es eminentemente agrícola. Muchos de estos lugares ofrecen un potencial agropecuario que actualmente no es aprovechado en su totalidad por falta de caminos de acceso adecuados.

## **1.4.- Objetivos.**

### **1.4.1 Objetivo General**

- Realizar un estudio a nivel de perfil del proyecto “Mejoramiento vial del camino San Antonio - Gigante” en el municipio de Tola, Rivas.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Elaborar un estudio de demanda del proyecto para determinar el área de influencia, los beneficios y beneficiarios del proyecto.
- Desarrollar un estudio técnico del proyecto para determinar la ingeniería y proceso de desarrollo del proyecto.
- Elaborar un estudio económico para determinar inversión y costos, así como evaluar económicamente el proyecto.

## **1.5.- Marco teórico.**

El desarrollo del estudio requiere de un contenido de conceptos y definiciones de los elementos del desarrollo del proyecto.

### **1.5.1.- Estudio de demanda del proyecto.**

El estudio de demanda de un proyecto, es la compilación sistemática de los datos históricos y actuales de la necesidad del proyecto para un área determinada que permite estimar el comportamiento futuro de sus elementos básicos.

- a) Identificación del problema y sus alternativas de solución.
- b) Características: Determinar las características generales del proyecto. El estrato social al cual está dirigido.
- c) Usos y usuarios: El proyecto permite la circulación de personas y vehículos con tranquilidad y de forma segura.
- d) Determinación del problema que soluciona el proyecto: análisis adecuado de la problemática relacionada al proyecto.
- e) Caracterización de los beneficios e impactos del proyecto, así como de los beneficiarios del mismo.
- f) Abastecimiento de insumos: El aseguramiento de insumos humanos, materiales, y financieros asegura el cumplimiento de los objetivos de la etapa operativa.
- g) Identificación del producto: Interesa conocer las características físicas, propiedades del mismo, normas y especificaciones técnicas en su ejecución y reglamentaciones sobre su uso.
- h) Cuantificación de los beneficios del proyecto: determinar y cuantificar los beneficios generados por el proyecto una vez ejecutado el mismo.

### 1.5.2.- Estudio técnico del proyecto

En esta sección se realiza una descripción de los elementos que conforman el estudio técnico para el desarrollo de la mejor alternativa de mejoramiento vial en el lugar para solventar las necesidades de la población en general con la calidad que requiera según los estándares determinados.

#### Estudio de la localización.

En este estudio la localización del proyecto en sí está determinada, por la problemática existente.

La necesidad planteada por los habitantes de las comunidades de la zona de influencia entre San Antonio y El Gigante durante muchos años.

#### Estudio del tamaño

Debe determinarse el tamaño que permite alcanzar los objetivos del proyecto al costo mínimo o que maximice sus utilidades. Para la definición del tamaño del mejoramiento vial es necesario tener como referencia la demanda de la población y los recursos con los que podría contar el MTI para desarrollar el proyecto.

#### Estudio de la Ingeniería

Se refiere principalmente a la infraestructura del proyecto. Se deben considerar las áreas o espacios donde se realizarán las obras principales y la infraestructura complementaria.

La ingeniería del proyecto, considerada como parte del estudio técnico, contribuirá a proporcionar en mayor detalle la información sobre los costos, y por consiguiente, a

brindar más elementos de juicio a la hora de analizar alternativas tecnológicas, las que a su vez plantean alternativas financieras y económicas.

Serán necesarios los siguientes estudios:

Estudio de Topografía.

Estudio topográfico considerando plani altimetria, trazo de la sub rasante y cálculo de volúmenes de corte y relleno.

Estudio Hidráulico.

Considerando obras de drenaje pluvial, aguas negras y agua potable.

Estudio de Tránsito

Para determinar el tránsito existente, el índice medio de tránsito y la proyección de tránsito en el futuro. Se debe determinar la capacidad de tráfico que es el máximo número de vehículos que puede pasar razonablemente por una sección de un carril a un lado del camino en un sentido, o en ambos sentidos, si así se indica, durante un tiempo determinado, en las condiciones prevaleciente de ese lado de la calle y del tránsito.

Pavimento

Que considera el estudio de suelos; en línea y bancos de material.

Diseño de estructura de pavimento.

Estudio del proceso productivo

El proceso de ejecución estará definido por la forma en que una serie de insumos son transformados en servicio mediante la participación de una tecnología determinada o sea, una combinación de la definición de los insumos y de los productos, de los recursos humanos requeridos, de la maquinaria necesaria, de los métodos y de los procedimientos de operación.

En el proceso se deben considerar una serie de elementos como:

Máquinas y equipos, constituidos por los tractores, las herramientas, equipo de mano y los vehículos que se usan en el proceso. Estos se especifican de acuerdo al proceso elegido para el desarrollo de la mejor alternativa de pavimento, la disponibilidad y el costo.

La obra física cuya necesidad se determinan principalmente en función de los requerimientos de almacenamiento de los materiales y equipos en el espacio físico.

Los recursos humanos, los que corresponden a todo el personal requerido, tanto en el nivel gerencial, técnico y mano de obra para el desarrollo del pavimento.

Los materiales, son los elementos que son necesarios para pavimento como: material selecto, arena, madera, cemento y elemento de la superficie (adoquines u otra alternativa), que se incorporan físicamente en cada fase del proceso para obtener la calle pavimentada.

#### 1.5.3.- Análisis financiero del proyecto

Su objetivo es ordenar y sistematizar la información de carácter monetario que proporcionan las etapas anteriores y elaborar los cuadros analíticos que sirven de base para la evaluación financiera.

Incluye un detalle de las inversiones del proyecto, clasificación en inversiones fijas y diferidas, de capital de trabajo y estimaciones en cuanto a beneficios, costos de producción, de administración, financieros y pagos de impuestos. Además de las proyecciones financieras incluye balance, estados de resultados y flujos de efectivo.

#### 1.5.4.- Análisis económico del proyecto

Al aplicar los factores de conversión al flujo de caja financiero, se obtiene el flujo de caja económico.

Estos resultados económicos negativos permiten concluir que desde el punto de vista económico-social, si el proyecto es conveniente para la sociedad y por donde debe llevarse a cabo o si no lo es.

Factores a incluir en una evaluación económica financiera del proyecto.

Definir el horizonte de planificación: esto es, establecer el período de tiempo que abarcará el estudio.

Determinar el rendimiento del dinero: La cuantificación de los ingresos y los egresos se hace con base en las sumas de dinero que el inversionista recibe, entrega o deja de recibir, generalmente se utilizan los precios de mercado para valorar los requerimientos y productos del proyecto. En estos el grado de incertidumbre puede ser abordado mediante la especificación del rendimiento del dinero, o sea una rentabilidad mínima aceptable.



## **1.6.- Diseño metodológico.**

Para poder llevar a cabo, el desarrollo del estudio y el cumplimiento de los objetivos planteados en el mismo, se propone el uso de la siguiente metodología:

### **1.6.1.- Metodología para el estudio de demanda**

#### **1.6.1.1. Obtención de los datos.**

Para el estudio de demanda se requiere una recopilación de datos y el análisis de los mismos. Para obtener datos primarios se realizarán entrevistas a pobladores de la zona de estudio, a funcionarios y técnicos de instituciones como la Alcaldía de Tola, MTI, MINSA, ENACAL y otras instituciones relacionadas al sector.

Se revisaran estadísticas, informes y textos especializados en el tema. Se revisaran datos de proyectos similares que han desarrollado. Se investigará por medio de Internet para contactar empresas nacionales e internacionales interesadas y obtener más información.

#### **1.6.1.2. Proyección de los datos**

Mecánica de Proyección: Puede realizarse formulando hipótesis a base de experiencia anteriores o recurriendo a métodos matemáticos.

Método Matemático: El método más común es el método de los mínimos cuadrados.

Desarrollo del Método: El método se basa en la ecuación de la línea recta o tendencia ajustada.

$$y_e = a + bx$$

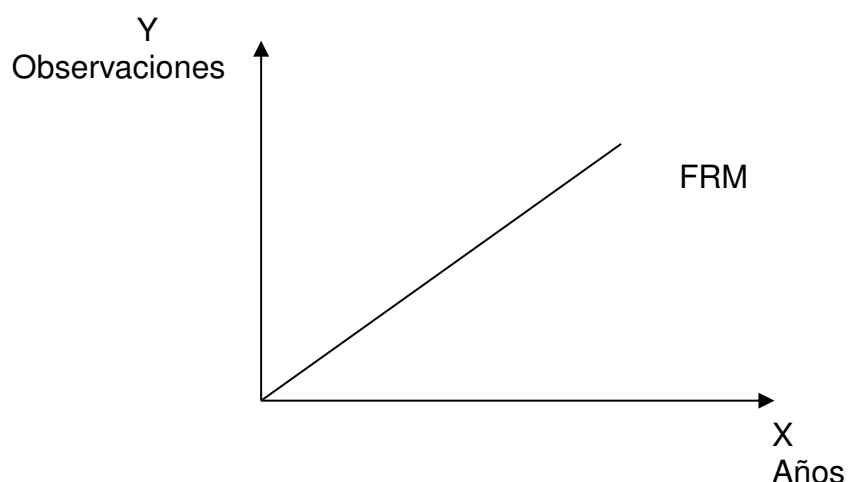
[Ec. 2]

$y_e$  : es la variable dependiente, es la información que obtenemos vía registros estadísticos o producto de la investigación de campo.

$a$  y  $b$  : son coeficientes constantes cuyo valor se debe encontrar para obtener las proyecciones.

$X$  : es la variable independiente cuyo valor correspondiente quiere buscarse en cada uno de los años, para los que se pretende encontrar el comportamiento futuro de la variable o variables estudiadas.

#### 1.6.1.3. Representación gráfica de la línea de tendencia.



Para ajustar una “línea recta” por el método de los mínimos cuadrados, es preciso obtener y resolver dos ecuaciones normales (de primer grado), ya que hay que encontrar dos constantes o incógnitas “ $a$ ” y “ $b$ ”

1-  $\sum y = Na + b \sum x$  [Ec. 3]

2-  $\sum xy = a \sum x + b \sum x^2$

Para el estudio técnico se aplican una serie de técnicas para determinar las mejores alternativas a desarrollar.

### 1.6.2.- Metodología para el estudio técnico.

#### Determinación de la proyección del tránsito.

La proyección del tránsito de una carretera a su período de diseño, tiene muchas aplicaciones, ya que constituye un importante parámetro de referencia, para la identificación y cuantificación de los componentes primarios del diseño geométrico, tales como, el número de carriles, el ancho de carril, la velocidad de diseño y el vehículo de diseño.

Es también de gran importancia conocer el tránsito proyectado a su período de diseño, ya que este debe soportar el tránsito inicial y aquel que pase durante su vida de servicio, sin embargo, no es fácil calcular tales cargas, puesto que en el tránsito futuro intervienen factores muy complejos que guardan estrecha relación con indicadores de las múltiples actividades humanas, que tienen incidencia en el transporte automotor.

Para proyectar el tránsito al período de diseño se requiere del conocimiento del valor de la tasa anual de crecimiento del tránsito

El Manual de Ingeniería de Pavimentos para Carreteras, en su sección 2.6 del capítulo 2, presenta el modelo exponencial expresado mediante la siguiente fórmula, para el cálculo de las proyecciones de tránsito:

$$TPDA \text{ final} = TPDA \text{ inicial} * (1 + i)^n \quad [Ec. 4]$$

Dónde:

TPDA final = Tránsito Promedio Diario Anual al final del período de diseño

TPDA inicial = Tránsito Promedio Diario Anual al inicio del período de diseño

n = Período de diseño

i = Tasa anual de crecimiento del tránsito

### 1.6.3.- Metodología para el estudio financiero.

#### 1.6.3.1. Evaluación financiera.

En esta etapa se hace uso de los indicadores necesarios para efectuar la evaluación financiera del proyecto, los cuales son:

##### 1.6.3.1.1. Tasa Mínima Aceptable de Rendimiento (TMAR).

Para iniciar un proyecto o empresa se debe realizar una inversión inicial, esta inversión puede venir de varias fuentes, de inversionistas, de otras empresas, de bancos, o una combinación de estos, como sea que haya sido, cada uno de ellos tiene un costo asociado al capital que aporte, de tal forma que la empresa formada tendrá un costo de capital propio.

Para una empresa, la correcta tasa de descuento es el costo promedio en el cual cada fondo adicional puede ser obtenido de todas las fuentes, los costos de capital de la empresa.

##### 1.6.3.1.2. Valor Presente Neto (VPN).

El valor presente neto está dado por:

$$VPN = \sum_{t=0}^n (B_t - C_t) / (1 + i)^t \quad [\text{Ec } 5]$$

Donde

B<sub>t</sub> y C<sub>t</sub>: son ingresos y costos incluyendo las inversiones en cada año t,

i: es la tasa de descuento y

n es la vida del proyecto.

Si el valor presente neto, es positivo entonces el proyecto puede cubrir todo sus costos financieros con algún beneficio sobrante para la empresa. Si es negativo el proyecto no puede cubrir sus costos financieros y no debe ser emprendido.

#### 1.6.3.1.3. Criterios de decisión.

Que el flujo descontado de los beneficios supere el flujo descontado de los costos. Como el centro de atención es el resultado de beneficios menos costos, el análisis se efectúa en torno a cero.

Tabla N° 1 Criterios de decisión del VANE

Resultado		Decisión
Positivo	(VANE > 0)	Se acepta
Nulo	(VANE = 0)	Indiferente
Negativo	(VANE < 0)	Se rechaza

Fuente: propia

Utilizando una tasa social de descuento (TSD) recomendada por el Sistema Nacional de Inversiones Públicas (SNIP) para evaluar proyectos sociales, se tiene que calcular el Valor Actual Neto Económico (VANE) que muestre la rentabilidad socio económica del mismo.

#### 1.6.3.1.4. Tasa interna de retorno (TIR).

En el caso cuando  $VPN = 0$ , la tasa de descuento tiene un nombre especial, la tasa interna de retorno (TIR).

La Tasa Interna de Retorno (TIR) es aquella tasa de descuento que hace igual a cero el valor actual de un flujo de beneficios netos, es decir, los beneficios actualizados iguales a los costos actualizados, esta debe compararse con la tasa de descuento que mida el mejor rendimiento alternativo no aplicado, o sea, la Tasa Mínima Aceptable de

Rendimiento (TMAR) para proyectos privados o la Tasa Social de Descuento (TSD) para proyectos sociales. Ahora si tomamos en cuenta el análisis que proporciona la TIR podría ser de mucha ayuda para una toma de decisión correcta, para ello se presentan a continuación tres condiciones bajo las cuales se evaluarán en este proyecto.

Tabla N° 2 Criterios de decisión del TIRE

Resultado	Decisión
$TIR > TSD$	El proyecto se acepta
$TIR = TSD$	Es Indiferente realizar el proyecto
$TIR < TSD$	El proyecto se rechaza

Fuente: propia

#### 1.6.4.- Metodología para el estudio económico.

##### 1.6.4.1. Evaluación económica.

La evaluación financiera y la económica presentan sus diferencias, el análisis financiero de un proyecto determina la utilidad o beneficio monetario que percibe la institución que opera el proyecto, en cambio el análisis económico mide el efecto que ejerce el proyecto en la sociedad.

Estos conceptos diferentes se reflejan en las diferentes partidas consideradas como costos y beneficios así como en su valoración. Así, el análisis económico incluye en el flujo de costos y beneficios el cálculo de las externalidades, pero excluye los impuestos y transferencias del gobierno.

#### 1.6.4.2. Precios de mercado y precios económicos – sociales.

En la evaluación financiera / privada se utilizan los precios de mercado; en la evaluación económica en contraste, se utilizan precios económicos (sociales), los cuales incluyen el verdadero costo de oportunidad de los bienes para la sociedad.

Los precios económicos (sociales) miden el costo alternativo de los recursos para la sociedad, estableciendo las divergencias que tanto a nivel de ingresos como de costos se manifiestan en una economía, atribuible en parte a las imperfecciones del mercado.

Los precios económicos más utilizados son:

- a) Mano de obra no calificada
- b) Tasa social de descuento
- c) Precio social de la divisa

#### 1.6.4.3. Ajustes para pasar de la valoración financiera a la económica.

Al efectuar el análisis financiero y el económico, es conveniente seguir el análisis en los pasos en que está dividido: financiero y económico. No es conveniente comenzar con el flujo de caja económico, ya que la determinación de dichos precios se deriva de los precios de mercado. Por lo tanto, el comienzo de toda evaluación es la financiera.

Para transformar un flujo financiero en flujo económico es necesario establecer factores de conversión de precios financieros a precios económicos, para ello, es necesario subdividirlo en rubros de inversión y de operaciones. A la maquinaria, equipo y materiales importados se le deduce los impuestos de introducción y se ajusta por el precio económico de la divisa, según el porcentaje de componente importado que tiene el rubro.

#### 1.6.4.4. Información para el análisis económico

- a) Debe de confirmarse el tipo de cambio oficial del país donde se efectúa el análisis económico.
- b) Seguidamente debe procederse al cálculo del tipo de cambio de cuenta.
- c) Todos los desembolsos en divisas, se ajustan ya sea con el precio de sombra de la divisa (tipo de cambio de cuenta) o con el factor de divisa. El ajuste se logra multiplicando el desembolso por cualquiera de ellos.
- d) Si se tienen valores en dólares, para trabajar en el análisis económico, se deben de multiplicar las cifras del análisis financiero por el precio sombra y posteriormente proceder a efectuar todos los ajustes necesarios según sean bienes o servicios comercializables o no comerciables;
- e) En el análisis financiero se trabaja siempre con el tipo de cambio oficial; en el análisis económico se trabaja con el tipo de cambio de cuenta.
- f) No se incluye en los costos desde el punto de vista económico los siguientes aspectos;
- g) El pago del seguro social; pago de impuestos; pago de intereses; comisiones o amortizaciones cuando es una deuda en el territorio nacional, pero cuando es una deuda en el extranjero sí,
- h) Deben considerarse como costo: pago de aranceles; depreciación; subsidio; mano de obra que antes de trabajar en el proyecto estaba desocupada; la parte del salario que la mano de obra contrata ya devengaba antes en otra parte de la economía. Se considera únicamente el incremento en remuneración que se origina con el proyecto.
- i) Los artículos no comerciables se ajustan a sus precios de cuenta, multiplicando sus valores a precios de mercado por el factor standard de conversión o por FC para cada artículo que expresa su costo de oportunidad.



- j) En los artículos comerciables se trata de desglosar sus componentes y los que componentes que sean no comerciables se ajustan con el factor standard de conversión y los componentes comerciables se ajustan según sean importables o exportables.
- k) No sólo los desembolsos en moneda extranjera se elevan a valores económicos, sino también los ingresos por exportación.

#### 1.6.4.5. Indicadores de Evaluación

La evaluación de proyectos se realiza con el fin de poder decidir si es conveniente o no realizar un proyecto de inversión. Para este efecto, debemos no solamente identificar, cuantificar y valorar sus costos y beneficios, sino tener elementos de juicio para poder comparar varios proyectos coherentemente.

La evaluación se hace en base cualquiera de los siguientes criterios:

##### 1.6.4.5.1. Análisis costo-beneficio

El análisis costo-beneficio es una comparación sistemática entre todos los costos inherentes a determinado curso de acción y el valor de los bienes, servicios o actividades emergentes de tal acción. Poder realizar estas comparaciones exige que el proyectista reduzca todas las alternativas a un mismo patrón común que sea cuantificable objetivamente.

Como su nombre lo indica, se define por, el coeficiente entre los beneficios actualizados y los costos actualizados, descontados a la tasa de descuento (i %).

Se expresa mediante la siguiente fórmula:

$$B = \sum_{t=0}^n \frac{B_t / (1+r)^t}{C_t / (1+r)^t} \quad [\text{Ec. 6}]$$

## Capítulo II.- Estudio de demanda.

### 2.1.- Aspectos generales del municipio de Tola.

El municipio de Tola pertenece al departamento de Rivas y fue fundado en el año 1750.

#### 2.1.1. Ubicación del municipio.

El municipio de Tola tiene una extensión territorial de 474 km<sup>2</sup>, está ubicado entre las coordenadas 11° 26' de latitud norte y 85° 56' de longitud oeste, La cabecera municipal se encuentra a una distancia de 124 km al sur de Managua, capital de la república de Nicaragua. Se encuentra a 40 metros sobre el nivel del mar.

#### 2.1.2. Límites del municipio.

El término municipal limita al norte con el municipio de Belén, al sur con el Océano Pacífico, al este con los municipios de Rivas y San Juan del Sur y al oeste con el Océano Pacífico y con el municipio de Santa Teresa.

Mapa N° 1. Límites del municipio de Tola.



### 2.1.3. Poblados principales del municipio de Tola.

La población del municipio se encuentra distribuida en 59 comunidades incluyendo el área urbana concentrando la mayor cantidad de población en Tola Urbano, Nancimi, El Palmar, Las Salinas y Virgen Morena.

Cuadro N° 1. Poblados principales de Tola.

Nº	Comarca/ Comunidades	Población	Nº	Comarca/ Comunidades	Población
1	Tola Urbano	2948	13	Rio Grande	249
2	Las Salinas	7615	14	Villa Zapotillo	224
3	Cuascoto	645	15	Juan Davila	348
4	El Murcielago	113	16	Cruz de España	76
5	El Ojochal	216	17	El Tambo	390
6	Wuastomate	120	18	El Gigante N° 1	59
7	Nancimi	5208	19	El Gigante N° 2	263
8	Managuita	191	20	San Antonio	147
9	Panamá	297	21	Ñas Pilas	267
10	El Palmar	1008	22	La Flor	112
11	La Junta	417	23	El Coyol	806
12	Veracruz	175	24	Las Palomas	212

Fuente: INIDE 2005

### 2.1.4. Geografía.

La zona está constituida por terrenos muy antiguos cretáceos eoceno, que emergieron del fondo del mar como extractos levantados para formar los ondulados relieves y cerros. La parte que mira hacia el océano está sembrada de numerosas colinas, siendo la altura más destacada el cerro de "La Mohosa" (477 m). El litoral se caracteriza por la sucesión de pequeñas bahías semicirculares: Astillero, Manzanillo, Ocotal, Marsella, Nacascoto, San Juan del Sur, el coco, la Flor, Animas, Ostional y Salinas; separadas por cabos salientes e interesantes formaciones rocosas. Los ríos son de corto recorrido debido a la estreches del istmo desaguan en el pacífico Limón y Brito.

### 2.1.5. Naturaleza y clima.

El municipio cuenta con una temperatura que oscila entre los 25° a 27°C y una precipitación media anual entre 1500 y 1600 mm. El viento sopla con mucha fuerza, barriendo el istmo en dirección del lago al mar.

Las aguas marinas junto a las costas son templadas y muy ricas en pesca, debido al surgimiento de aguas más profundas y frías que traen en suspensión gran cantidad de microorganismos (plancton), alimento abundante para los peces y tortugas marinas. Sobre ellas soplan los fuertes vientos que incomodan a las navegaciones en los primeros meses del año.

Presenta una vegetación de un bosque tropical seco, aunque bastante intervenido, que crece en algunos cerros o a orillas del mar. El árbol departamental es el Elequeme (*Erythrina fusca*) y el ave la urraca copetona (*Calocitta Formosa*).

## 2.2.- Caracterización socioeconómica.

### 2.2.1. Población y distribución del municipio.

De acuerdo con datos oficiales la población total del municipio, según el censo del año 2005 es de 22,674 habitantes de los cuales el 13.00% viven en el área urbana y el 87.00% viven en las áreas rurales.

Cuadro Nº 2. Población del municipio de Tola

Municipio	Hombres	Mujeres	Total
Urbano	1,515	1,432	2,947
Rural	10,142	9,585	19,727
Total	11,657	11,017	22,674

Fuente: INIDE

### 2.2.2. Educación.

Según indicadores educativos el municipio de Tola cuenta con 10,869 alumnos, distribuidos en 5,919 alumnos de primaria y 4,950 en alumnos de secundaria.

Cuadro N° 3. Índices educativos de Tola

Municipio	Primaria			Secundaria		
	Hombres	Mujeres	Incompleta	Hombres	Mujeres	Incompleta
Urbano	274	209	246	126	169	509
Rural	1,640	1,523	2,054	713	821	2,612
Tola	1,914	1,732	2,300	839	990	3,121

Fuente: INIDE

El municipio de Tola tiene alta cobertura de preescolar, baja repetición de secundaria y aceptable retención de primaria y secundaria. Son retos del municipio, mejorar la baja cobertura de primaria y secundaria, la alta repetición de primaria, la baja atención de preescolar y la baja aprobación de primaria y secundaria.

Cuadro N° 4. Estado de la educación municipal.

Preescolar	Primaria	Secundaria	Primaria	Secundaria	Preescolar	Primaria	Secundaria	Primaria	Secundaria
60.8	83.2	38	15.4	4	84.7	50.9	90.4	84.3	64.7

Fuente: MINED

El índice de analfabetismo es de 2.47 %, lo cual se debe al programa Yo Si Puedo que de manera permanente está trabajando en la erradicación del analfabetismo.

### 2.2.3. Salud.

Tola cuenta con un centro de salud, llamado Camilo Ortega Saavedra, que se localiza en la entrada principal del área urbana de la ciudad y se encuentra en buen estado físico. Se construyó en el año 2003. A este centro de salud asiste pobladores de las comunidades de Río Grande y La Providencia, debido a la cercanía del mismo.

Además del centro de salud en la cabecera, la red de servicio esta conformada por siete puestos de salud familiar comunitario en el área rural, que son atendidos por equipos básicos de salud (un médico, una enfermera y una auxiliar de enfermería) y médicos localizados en las comunidades de Las Cañas, San Ignacio, Las Salinas, Cuascoto, Pilas Coyo, La Junta y Nancimi.

Cuadro N° 5. Establecimientos de salud y estado de la infraestructura

Comunidad	Puesto de salud			Centro de salud		
	B	R	M	B	R	M
Tola				X		
Pilas Coyo	X					
Cuascoto		X				
Las Salinas	X					
San Ignacio		X				
Las Cañas	X					
La Junta	X					
Nancimi		X				

Fuente: Ministerio de salud (MINSA)

De la información obtenida en el sitio de estudio en el área de influencia del proyecto se determinó que las comunidades de San Antonio y El Gigante acuden al puesto de salud El Coyo, obteniéndose los siguientes datos de salud.

Cuadro N° 6. Información de atención por edad Puesto de salud El Coyo

Edad	San Antonio	Gigante
< 1 año	1	12
1	3	13
2 a 4	8	36
5 a 9	20	68
10 a 14	12	60
15 a 19	22	60
20 a 34	35	123
35 a 49	31	80
50 a 59	7	56
60 a 64	2	16
65 a más	7	14
Total	148	538

Fuente: Propia

Cuadro N° 7. Información de atención por sexo Puesto de salud El Coyol

Categoría	San Antonio	Gigante	Total
Hombres	70	288	358
Mujeres	78	250	328
Total	148	538	686

Fuente: propia

#### 2.2.4. Economía.

Las principales actividades económicas son el turismo de aventura, la agricultura, la pesca y la ganadería. Los recursos marinos son abundantes, con numerosas especies para las que se emplea la pesca artesanal. Entre los sitios turísticos figuran las playas del Astillero, Brito, Guasacate y Gigante. Asimismo, existen importantes desarrollos Turísticos como Marina de Guacalito, Ranchos Santana, Iguanas Beach, Hotel Punta Teonostes.

#### 2.2.5. Sector Agropecuario

El municipio de Tola cuenta con 2011 explotaciones agropecuarias distribuidas en 1982 productores independientes, 9 cooperativas, 17 colectivos familiares, 1 empresa y 2 en la categoría de otras. Del total de productores individuales 1,626 (el 81.89%) son varones y 359 (el 18.77%) son mujeres. III CENAGRO)

#### 2.2.6. Actividad agrícola.

El censo refleja que 1,502 productores sembraron granos básicos en un total de 7,514.87 manzanas distribuidos en: cultivo de maíz (1,317 productores en 12,896.88 mz), frijol (1,112 productores en 1,834.8 mz), arroz de riego (3 productores en 19 mz) arroz de secano (224 productores en 257.90 mz, sorgo rojo (311 productores en 1594.36 mz) sorgo millón (88 productores en 134.15 mz) y sorgo blanco (502 productores en 777.98 mz).

Cuadro N° 8. Principales indicadores agrícolas

E A's que sembraron cultivos anuales o temporales			E A's con cultivos permanentes y semipermanentes
Granos básicos	Oleaginosas	Otros cultivos temporales	
1,502	20	64	878

Fuente: CENAGRO III

En base a los últimos censos agrícolas del MAGFOR, los granos básicos que más se cultivan en el municipio son el maíz, el frijol, el sorgo rojo, con variaciones cada año en las áreas sembradas.

Cuadro N° 9. Siembra y producción de granos básicos (2011 – 2016)

Rubro	Siembre (en Mz)	Ciclo 2011 - 2012	Producción (en qq)	Ciclo 2012 - 2013	Producción (en qq)	Ciclo 2013 - 2014	Producción (en qq)	Ciclo 2014 - 2015	Producción (en qq)	Ciclo 2015 - 2016	Producción (en qq)
Maiz	Primera	675	10,800	410	11,070	685	20,550	490	4,410	405	8,395
	Postera	225	4,140	490	8,025	770	15,400	220	3,080	302	5,436
Total		900	14,940	900	19,095	1,455	35,950	710	7,490	707	13,831
Frijol	Primera	220	3,400	145	1,740	310	4,030	240	2,640	219	300
	Postera	425	4,720	455	2,853	690	3,800	550	6,600	472	3,132
Total		645	8,120	600	4,593	1,000	7,830	790	9,240	691	3,432
Arroz de secano	Primera	25	396	55	2,200	180	5,400	150	825	260	19,500
	Postera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Total		25	396	55	2,200	180	5,400	150	825	260	19,500
Sorgo rojo	Primera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Postera	850	46,750	590	21,240	970	0	675	29,025	240	4,800
Total		850	46,750	590	21,240	970	0	675	29,025	240	4,800
Sorgo blanco	Primera	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Postera	380	19,000	325	14,625	0	0	285	11,400	178	3,560
Total		380	19,000	325	14,625	0	0	285	11,400	178	3,560

Fuente: MAGFOR



### 2.2.7. Actividad pecuaria.

En la actividad pecuaria se registran 1,097 productores dedicados a la crianza de ganado bovino (13,170 cabezas), 1,132 productores de cerdo (4,639 cabezas). Se reportan 1,300 productores de aves de corral (36,162 aves).

Cuadro N° 10. Actividad pecuaria

Municipio	Total E A's	EA's con ganado bobino	Total de cabezas de ganado	Cabezas/EA	Manzanas de pastos
Tola	2,011	1,097	13,170	12	21087.96

Fuente: CENAGRO III

Cuadro N° 11. Actividad avícola y porcina.

Tipo	Cantidad de Explotaciones Agropecuarias	Cantidad de cabezas
Ganado porcino (Cerdos)	1,132	4,639
Aves de corral		
Pollos de engorde	1,300	15,121
Gallinas de postura		12,392
Gallos		2,411
Chompipes		1,281
Otras aves		957
Total Aves		32,162

Fuente: CENAGRO III

Del total de 2,011 explotaciones agropecuarias, 720 cuentan con algún tipo de infraestructura agropecuaria, constituyendo el 48.61 % (350) las que tienen corrales para ganado y el 52.50% (378) poseen pilas de agua para ganado.

### 2.3.- Uso actual de los suelos.

Datos obtenidos en el campo, indican que el 91.7% se dedican a la agricultura, el 58% a la ganadería, el 50 % realizan ambas actividades y el 8 % a la pesca y la actividad forestal.

En el área del proyecto el uso de suelos se muestra en el cuadro 12.

Cuadro N° 12. Uso actual de los suelos

Uso de la tierra	Área (en ha)	Porcentaje
Cultivos		
Frijol	167.13	4.06%
Maíz	222.7	5.41%
Sorgo	111.14	2.70%
Musáceas	362.66	8.81%
Otros cultivos	163.84	3.98%
Sub Total Cultivos	1027.47	
Pastos		
Jaragua	325.61	7.91%
Estrella	298.44	7.25%
Natural	1057.52	25.69%
Sub Total pastos	1681.57	
Bosque	191	4.64%
Tacotales	1067.4	25.93%
Baldía	149.02	3.62%
Total	4116.46	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

El tipo de tecnología que usan en la siembra, el 41.7% hace uso del espeque tradicional, al igual que con sembradora semitecnificada con bueyes y semitecnificada con maquinaria el 8.3%

## 2.4. Área de influencia del proyecto.

### 2.4.1. Área de influencia directa (AID).

Se traza la línea de influencia tomando en cuenta la existencia de otros caminos en la zona aledaña al camino en estudio, la presencia de poblados y caseríos, la existencia de accidentes geográficos y la topografía de la zona.

El área de influencia del camino inicia en la comunidad de San Antonio, aproximadamente 500 m antes del inicio del proyecto (entrada de servicio de Guacalito de la Isla), gira hacia el noreste hasta llegar al cerro cercano a Las Pilas, luego toma

rumbo noroeste pasando por la comunidad El Zapote, luego gira hacia el oeste pasando por el empalme que va hacia la comunidad Gaspar Garcia y La Mohosa, sigue siempre rumbo oeste hasta llegar a la costa próxima a la comunidad Santa Marta.

Aproximadamente 800 metros hacia el sur del límite del área de influencia se encuentra el camino donde se encuentran las comunidades El Gigantón y El Alboroto, que va a finalizar a la comunidad de Gigante.

El límite del área de influencia sigue su rumbo por la costa, pasando por Punta de arco, Bahía Pie de Gigante (Gigante), Bahía La Redonda, Bahía El Manzanillo, y llega propiamente frente a la Isla La Vieja girando hacia el norte pasando por la comunidad Los Ángeles hasta llegar nuevamente a su sitio de inicio.

La zona de influencia directa tiene un área de 4,116.48 Ha., inicia en el poblado de San Antonio, comunidad de Tola, continua hacia el poblado de El Gigante el cual finaliza, con una longitud de 5.96 km. Encontrándose a lo largo del corredor varias caseríos.

#### 2.4.2. Área de influencia Indirecta (AII).

Desde el punto de vista medio ambiental el área de influencia indirecta (AII) constituye una región formada por el conjunto de comunidades y recursos naturales que están interrelacionados directa o indirectamente con el proyecto y que son generadoras y/o receptoras de tráfico vehicular, incluyendo municipios y comunidades circunvecinas.

En el proyecto se han utilizado una serie de criterios administrativos (límites municipales) para determinar el AII. Los resultados del análisis concluyen que el AII del proyecto San Antonio El Gigante, está constituido por las zonas rurales no incluidas en la AID y que están más allá de la faja de los 5 km, considerados para la AID. La población de la AII se ha estimado en 2,000 habitantes con un área de 1.788 Ha.

## **2.5. Descripción de la producción en la zona de influencia.**

Para definir el uso de los suelos , se utilizó como fuente de datos, la encuesta socioeconómico en la zona de influencia y los datos del CENAGRO, La definición del área de influencia directa (AID), se hizo en base a la localización de las comunidades que están en el corredor del camino y sus facilidades de acceso. Se concluyó que el único camino que da acceso a las comunidades localizadas en el corredor del camino de estudio, es por el tramo San Antonio – El Gigante.

Los pastizales más frecuentes están conformados por pastos naturales con el 25.6%, pastos mejorados conocidos localmente como Jaragua con el 7.91% y el pasto mejorado Estrella con el 7.25%.

Para los cultivos agrícolas se utiliza el 25% de la zona de influencia directa del proyecto, de los cuales, para maíz se destina el 5.41%, para frijoles el 4.06% y para sorgo el 2.70%

## Capítulo III.- Estudio técnico.

### 3.1.- Localización del proyecto.

El proyecto está ubicado en el departamento de Rivas, en el municipio de Tola, en la zona del proyecto de desarrollo turístico sociedad Marina del Guacalito S.A. entidad privada.

Mapa N° 2. Mapa político de Rivas.



Fuente: Ineter

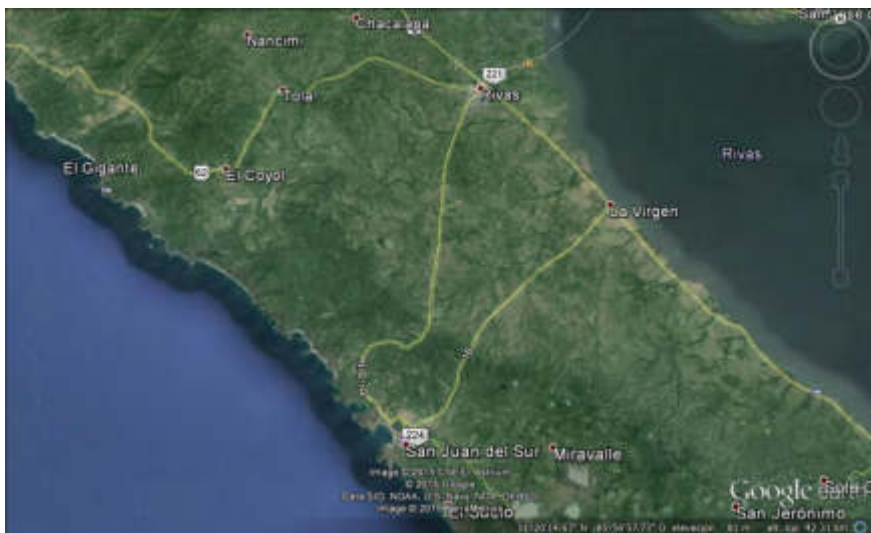
El municipio de Rivas tiene un clima semi húmedo (sabana tropical), la precipitación media anual varía entre los 1400 y 1500 mm caracterizándose por una buena distribución de las lluvias durante todo el año. La temperatura promedio es de 27 °C<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Nicaragüense de Fomento Municipal (INIFOM)

### 3.1.2.- Macro localización del proyecto.

El proyecto se desarrolla en el municipio de Tola en el pacifico de Nicaragua.

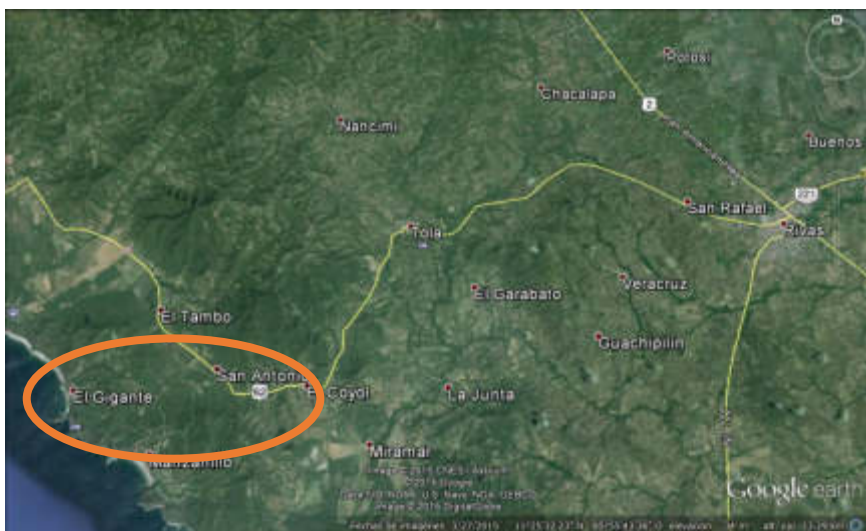
Imagen N° 1. Macro localización del proyecto.



Fuente Google Earth

Comprende el mejoramiento del camino que une la comunidad de San Antonio con playa El Gigante.

Imagen N° 2. Ubicación de San Antonio y El Gigante.

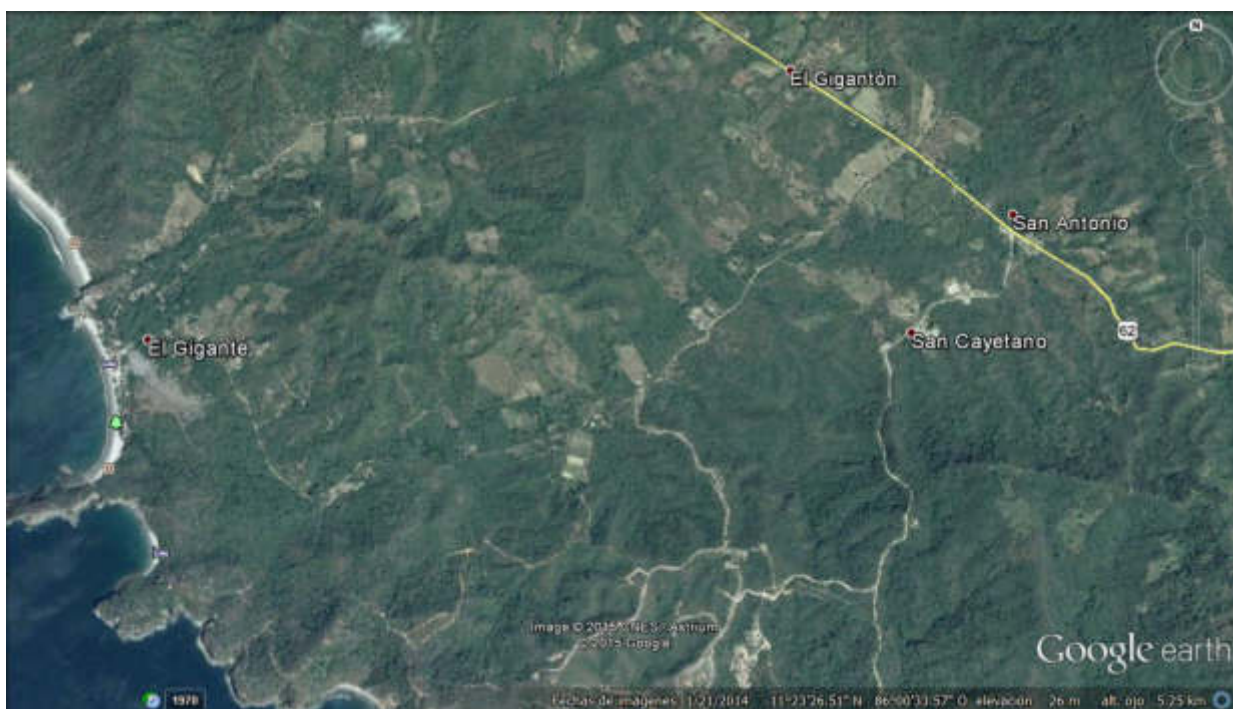


Fuente: Google Earth

### 3.1.3.- Micro localización del proyecto.

El proyecto inicia en el poblado de San Antonio, finalizando hacia el sur hacia las playas del océano Pacífico hasta la zona turística del Gigante. Este tramo servirá de vía de acceso para unir los poblados y comunidades en el municipio de Tola y a la vez con la cabecera departamental Rivas, lo mismo que le sirve de ruta de salida para la producción agropecuaria de las comunidades hacia los mercados de consumo y para el desarrollo turístico de la zona.

Imagen N° 3. Micro localización del camino San Antonio – El Gigante.



Fuente: Google Earth

Asimismo la zona se ve beneficiado en su carácter social ya que los proyectos de desarrollo podrán llegar sin contratiempos a los pobladores de la zona.



### **3.2.- Ingeniería del proyecto.**

#### **3.2.1.- Situación del camino existente.**

El camino en estudio, a excepción del tramo San Antonio Empalme El Gigante sobre la carretera Tola – Salinas de Nahualapa, se clasifica como un camino vecinal. El derecho de vía existente es variable y fluctúa entre 10 y 15 m, con un promedio de 12 m. Su ancho de rodamiento también es variable y tiene un rango de entre 4 m. y 5.5 metros.

El camino inicia en el empalme San Antonio y continua sobre la carretera que comunica a centros turísticos (NIC 62) y a aproximadamente 700 m de este inicio, existe un empalme de camino que comunica al poblado El Gigante. Este trayecto del camino está alojado sobre un terreno que cambia de topografía plana a ondulada y en algunos sitios hasta montañoso. De forma que el camino aprovecha las curvas de nivel existentes para conservar el buen alineamiento vertical, a costa de sacrificar el alineamiento horizontal la permitirse la formación de muchas curvas circulares enlazadas con tangentes cortas.

Foto N° 1. Vista panorámica del camino.



Fuente: Propia



### **3.2.2.- Estudios asociados al proyecto.**

Para desarrollar la ingeniería del proyecto se deben realizar estudios previos a la realización del mismo.

#### **3.2.2.1.- Estudio de topografía.**

En general el estudio de topografía debe considerar los siguientes aspectos:

Estudiar las curvas de nivel del terreno, las pendientes con las que se trabajarán, para efectos de diseño.

Trazo y levantamiento de la línea central de las calles y avenidas, localizando cada una de las infraestructuras existentes. El trazado de la línea central de las poligonales abierta o cerrada se estacionará cada 20 m y en puntos de interés para el diseño.

Nivelación del perfil de la poligonal abierta o cerrada cada 20 metros con secciones transversales de 3 m de brazo a cada lado de la línea central tomando los niveles de pisos más bajos de las viviendas.

Todo el levantamiento estará amarrado a la red geodésica existente en la zona.

El levantamiento se presentará en planos planta – perfil en escala 1:50 y secciones transversales escala 1:20.

#### **3.2.2.2.- Estudio de suelos.**

Se realizan investigaciones preliminares de los suelos con el objeto de detectar materiales inadecuados y conseguir información pertinente para el diseño tanto de la carpeta de rodamiento revestida, como para detectar la proximidad del nivel freático.

Se ejecutan sondeos manuales a lo largo de la vía con un mínimo de 2 sondeos por kilómetro y un metro de profundidad, alternados a uno y otro lado de la línea central.

A las muestras tomadas en los sondeos manuales se les determina por apreciación visual, en base de la experiencia, la clasificación de los estratos que conforman la estructura del camino, así como también su granulometría.

#### 3.2.2.2.1. Banco de materiales.

Se han identificado a lo largo de la ruta del camino bancos de materiales a una distancia promedio entre los bancos y el proyecto de x m, ubicados en propiedades privadas.

En sección de anexos al estudio técnico se presentan las características físicas de los bancos de materiales para este proyecto.

El impacto ambiental producto de la explotación del banco de materiales, será mínimo ya que desarrollaran las medidas de mitigación correspondiente.

#### **3.2.2.3- Análisis hidrológico.**

Para determinar el caudal de diseño de la cuenca en estudio se deberá utilizar el método racional, el cual considera una serie de variables fundamentales para el cálculo del mismo, tales como: período de retorno, tiempo de concentración, intensidad de diseño y estimación del coeficiente de escorrentía, correspondiente a la zona.

##### 3.2.2.3.1. Caudal de diseño.

Este método determina los caudales de avenida en cuencas pequeñas de una superficie de 2,5 a 3 Km<sup>2</sup>. o bien que su tiempo de concentración sea del orden de 1 hora:

$$Q = (C \cdot I \cdot A) / 3,6$$

Donde:

C: es el coeficiente de escorrentía,

I: es la intensidad de la tormenta,

A: es el área de la cuenca,

Se basa en que el tiempo de aguacero, mayor o igual que el tiempo de concentración, determina el caudal máximo.

#### 3.2.2.3.2. Intensidad de diseño

La intensidad de la tormenta se deberá calcular para una duración igual al tiempo de concentración y para el período de retorno T que se desea calcular el caudal, según la ecuación

$$I = a \cdot T^n / (t + b) \text{ m,}$$

Donde

t: es el tiempo de la tormenta y

a, b, n y m son parámetros que dependen de las condiciones meteorológicas de la zona. Se encuentran en las curvas de Intensidad, Duración y Frecuencia de precipitación en la estación meteorológica del municipio más cercana al sitio en estudio, y que son realizadas por INETER.

Esta intensidad será la utilizada para la deducción de diseño, tipo y ubicación de las obras de drenaje.

El coeficiente de escorrentía C, depende de la precipitación diaria y del umbral del caudal.

Los coeficientes de escorrentía más comunes son:

1. Pavimento de hormigón  $\rightarrow 0,70 - 0,95$ ;
2. Tratamiento superficial  $\rightarrow 0,60 - 0,80$ ;
3. Zonas boscosas  $\rightarrow 0,10 - 0,20$ ;
4. Zonas de vegetación densa de monte bajo  $\rightarrow 0,05 - 0,5$ ;
5. Zonas sin vegetación  $\rightarrow 0,20 - 0,80$ ;
6. Zonas cultivadas  $\rightarrow 0,20 - 0,40$ ;

El valor de este coeficiente está en función de la intensidad de la lluvia y por ello es necesario corregirlo en función de dicho parámetro, o bien indirectamente a través del periodo de retorno T.

#### **3.2.2.4. Estudio de tráfico.**

El estudio comprende el análisis del comportamiento del tráfico que circula en el tramo en estudio y las proyecciones de crecimiento que se estima con la construcción de la carretera. De manera que se obtuvo el tráfico normal, y el desarrollado.

##### **3.2.2.4.1. Volumen y Clasificación.**

Previo al levantamiento se realizó una revisión de las características físicas del camino, su geometría y topografía, el tipo de tráfico que circula y la existencia de otras vías que conectan con el camino en estudio.

Los datos de Tráfico Promedio Diario Anual, así como los factores de ajuste estacional, el número promedio de ejes y otros parámetros, fueron obtenidos de los datos de campo y de los cálculos de gabinete.

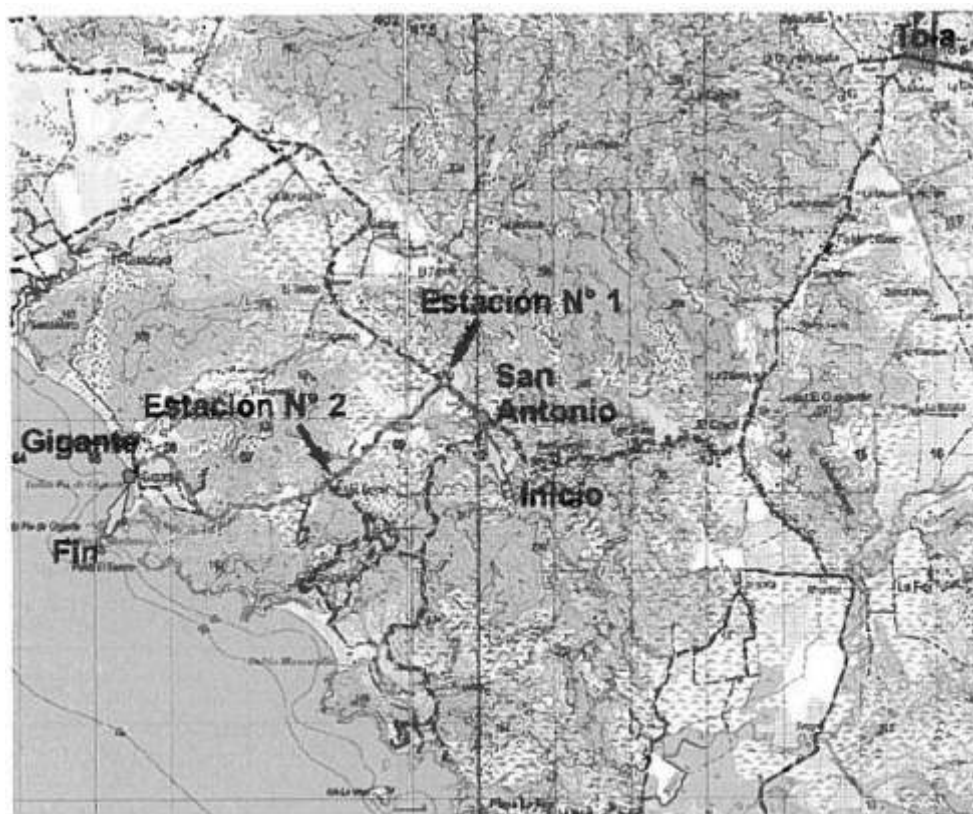
Las estaciones de Conteo Vehicular fueron ubicadas en puntos con adecuada visibilidad y con amplitud en los hombros, de manera que permitieron captar el tráfico

en ambos sentidos de la vía donde se realizaron aforos de conteo y clasificación vehicular en un periodo de cinco días consecutivos.

La definición de las estaciones de levantamiento para los conteos volumétricos se hizo tomando en cuenta el trazado de la vía y la presencia de ramales viales, la existencia de caseríos sobre la vía, de manera que se ubicó una primera estación a 600 m del inicio del proyecto en el empalme hacia Gigante, la segunda estación se ubicó en la parte intermedia del tramo en estudio a aproximadamente dos kilómetros de la primera estación, en la escuela Humberto Amador, en la intersección con el camino hacia los Solices, Manzanillo, Los Ángeles y Guacalito.

La clasificación vehicular en las estaciones de aforo comprendió el conteo y encuestas a los vehículos livianos, vehículos pesados de pasajeros y los pesados de carga.

Mapa N° 3. Ubicación de las estaciones de aforo.



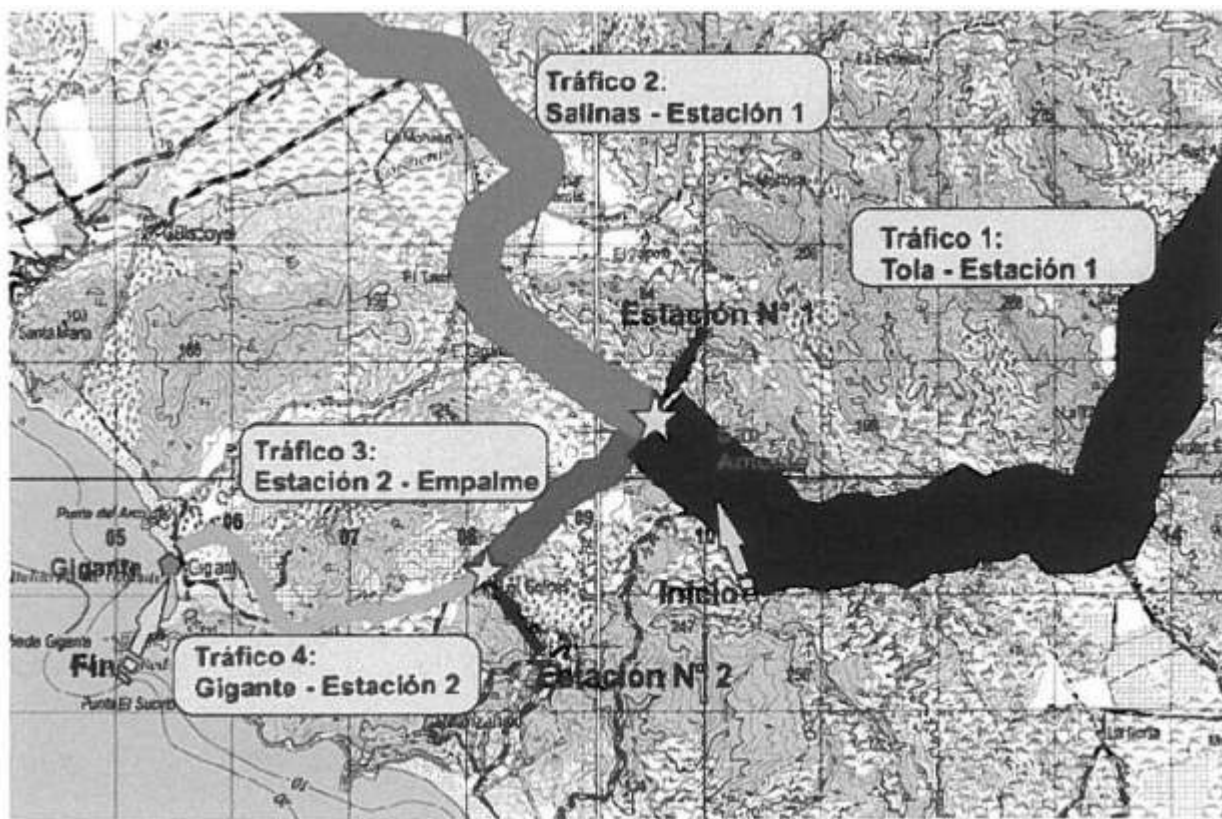
Fuente: INETER

### 3.2.2.4.2. Transito promedio diario.

De la información de campo se obtuvieron los volúmenes de tráfico existentes en el camino donde se realizó el conteo durante los cinco días de la semana, clasificados por tipo de vehículo. De estos volúmenes de tráfico se cuantifico el promedio diario del periodo.

Este procedimiento consiste en la suma de los volúmenes diarios sumados y divididos entre la cantidad de día que duro en conteo.

Mapa N° 4 Sentido de las mediciones de tráfico.



Fuente: INETER

#### Estación 1: Tramo Salinas- Estación 1

En el cuadro número 13 se refleja el promedio de cinco días de conteo de tráfico aforado en la intersección del camino hacia Gigante con la carretera Tola Salinas identificada como Estación N° 1 y que corresponde al tramo Salinas Estación 1 reflejo un tráfico bruto de 486 vdp.

Se contabilizaron en este tramo 32 bicicletas circulando de las cuales el 42% circularon en horas de la mañana.

#### Estación 1: Tramo Tola – Estación 1.

En el cuadro número 14 se presenta la información de este tramo. Este tramo tiene un volumen promedio diario de 768.8 vpd registrados durante 12 horas de conteo, el volumen máximo horario corresponde al 9.8 % del vpd y se produce en el periodo horario de 4<sup>a</sup> 5 pm.

#### Estación 2, Tramo Estación 2 – Empalme

Esta información se presenta en el cuadro número 15. El tramo Estación 2 Empalme registra un total de 359.2 vpd y tiene un volumen horario máximo del 9.1% correspondiente al periodo horario de 2 a 3 pm.

#### Estación 2, Tramo Gigante – Estación 2.

Esta información se presenta en el cuadro número 16. Se aforo un promedio diario de 142.8 vpd, el máximo volumen horario fue del 14.3% y se registró en horas de la mañana de 6 a 7 am., diferente a los máximos volúmenes horarios registrados en la estación 1 en la que todos los flujos máximos fueron por la tarde.

Cuadro N° 13. Conteo Salinas - Estación 1

Rango Horario	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mb < 15	Mb 15 30	Bus	Liv	C2	C3	Tx - Sx <= 4e	Tx Sx >= 5e	Cx Rx <= 4e	Cx Rx Z= 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros	Total
6:00 - 7:00	14.8	1.6	1.4	5.2	0.6		1.8	1.4	2.2						0.2			29.2
7:01 - 8:00	18.6	1.8	2.8	9.8	0.8	0.2	1.0	2.4	1.8			0.4			0.2			39.8
8:01 - 9:00	19.8	2.4	6.4	9.2	0.6		0.8	1.4	1.6	0.4								42.6
9:01 - 10:00	11.6	2.4	6.4	10.4	5.0		1.0	2.4	2.2									41.4
10:01 - 11:00	14.0	1.6	8.0	7.2	1.2		1.0	2.6	2.2	0.6								38.4
11:01 - 12:00	15.4	3.2	4.6	8.2	1.8		1.2	1.0	1.8	0.6								37.8
																		0.0
12:01 - 1:00	13.0	3.0	5.4	10.6	0.6		1.0	1.0	2.0			0.2			0.2			37.0
1:01 - 2:00	14.2	3.2	6.6	10.2	1.6		1.8	1.4	2.4	0.2		0.2						41.8
2:01 - 3:00	12.4	3.6	7.2	13.4	1.0			2.2	1.6									41.4
3:01 - 4:00	13.8	4.6	4.8	10.6	1.8		1.8	2.0	1.8									41.2
4:01 - 5:00	22.4	3.8	4.6	13.2	0.6		0.6	2.4	2.0									49.6
5:01 - 6:00	20.8	3.0	4.6	9.2	0.6		1.4	3.4	2.6			0.2						45.8
Total	190.8	34.2	62.8	117.2	16.2	0.2	13.4	23.6	24.2	1.8	0.0	1.0	0.0	0.0	0.6	0.0	0.0	486.0

Nota: Conteo de los sentidos

Tola - Salinas / Salinas - Tola

Gigante - Salinas / Salinas - Gigante

Fuente: propia.



Cuadro N° 14. Conteo Tola - Estación 1

Rango Horario	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mb < 15	Mb 15 30	Bus	Liv	C2	C3	Tx - Sx <= 4e	Tx Sx >= 5e	Cx Rx <= 4e	Cx Rx Z= 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros	Total
6:00 - 7:00	22.6	2.0	2.2	7.8	1.6		2.4	2.8	4.8	3.4					1.0			50.6
7:01 - 8:00	30.6	3.8	4.2	13.2	1.6	0.2	1.6	3.0	2.2	2.8		0.4			0.8			64.4
8:01 - 9:00	28.4	4.0	5.8	13.6	1.0	0.2	1.0	2.8	2.8	3.6								63.2
9:01 - 10:00	17.8	6.0	7.2	15.4	5.0		1.6	3.4	3.2	4.6		0.2						64.4
10:01 - 11:00	22.0	2.6	8.0	10.8	1.0		2.2	3.6	3.0	4.8								58.0
11:01 - 12:00	25.0	5.4	6.6	12.0	2.4		2.0	1.2	3.6	4.6		0.2			0.4			63.4
																		0.0
12:01 - 1:00	21.2	5.6	6.2	13.2	1.4		2.2	1.4	6.0	2.4		0.6			0.4			60.6
1:01 - 2:00	23.6	4.8	7.4	15.0	1.8		2.2	3.0	3.2	4.2		0.2			0.4			65.8
2:01 - 3:00	22.8	5.8	8.0	16.8	1.6			3.6	3.2	3.4					0.6			65.8
3:01 - 4:00	22.8	6.4	6.2	13.4	3.0		1.8	2.2	3.4	1.4		0.2						60.8
4:01 - 5:00	32.6	7.0	6.8	19.8	1.6		0.6	2.0	3.4	1.6								75.4
5:01 - 6:00	29.8	4.2	6.6	14.2	0.8		2.0	4.4	4.0	7.0		0.2			0.6			73.8
Total	299.2	57.6	75.2	165.2	22.8	0.4	19.6	33.4	42.8	43.8	0.0	2.0	0.0	0.0	4.2	0.0	0.0	766.2

Fuente: propia

Cuadro N° 15. Conteo Estación 2 - Empalme

Rango Horario	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mb < 15	Mb 15 30	Bus	Liv	C2	C3	Tx - Sx <= 4e	Tx Sx >= 5e	Cx Rx <= 4e	Cx Rx Z= 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros	Total
6:00 - 7:00	11.0	0.4	0.8	3.0	1.0		0.6	1.8	2.6	3.4					1.2			25.8
7:01 - 8:00	15.2	2.0	1.4	4.6	0.8		0.6	2.2	1.2	2.8					1.0			31.8
8:01 - 9:00	11.0	1.6	1.8	4.4	0.4	0.2	0.2	1.8	1.6	3.2								26.2
9:01 - 10:00	7.4	4.0	1.6	7.8	0.4		0.6	1.4	2.6	4.6								30.4
10:01 - 11:00	8.8	1.4	2.8	6.0	0.6		1.2	1.0	2.0	4.2								28.0
11:01 - 12:00	10.0	3.4	2.8	5.8	1.0		0.8	0.6	2.2	4.0								30.6
																		0.0
12:01 - 1:00	9.0	3.0	2.0	5.4	0.8		1.2	0.8	4.4	2.4		0.4			0.2			29.6
1:01 - 2:00	10.6	2.8	3.2	6.8	0.2		0.4	2.0	1.6	4.0					0.4			32.0
2:01 - 3:00	12.8	2.2	2.4	7.0	1.0			1.4	2.0	3.4					0.5			32.7
3:01 - 4:00	13.4	2.6	1.8	6.4	2.0			0.6	1.6	1.4		0.2						30.0
4:01 - 5:00	11.8	3.6	2.2	7.8	1.0			0.8	1.8	1.6								30.6
5:01 - 6:00	9.4	1.2	2.4	5.8	0.2		0.6	1.0	1.8	7.0					0.6			30.0
Total	130.4	28.2	25.2	70.8	9.4	0.2	6.2	15.4	25.4	42.0	0.0	0.6	0.0	0.0	3.9	0.0	0.0	357.7

Fuente: propia

Cuadro N° 16 Conteo Gigante - Estación 2

Rango Horario	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mb < 15	Mb 15 30	Bus	Liv	C2	C3	Tx - Sx <= 4e	Tx Sx >= 5e	Cx Rx <= 4e	Cx Rx Z= 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros	Total
6:00 - 7:00	12.6	0.6	0.4	2.0	1.4			1.2	1.0	1.2								20.4
7:01 - 8:00	8.6	2.0		2.0	0.4			1.2	0.6	0.6								15.4
8:01 - 9:00	4.6	1.8	0.2	1.4	0.2			1.0	0.6	1.0								10.8
9:01 - 10:00	3.4	2.0	1.0	2.8	0.2			1.4	0.8	1.4								13.0
10:01 - 11:00	3.0	1.2	0.2	1.6	0.2			1.2	0.6	1.6		0.4						10.0
11:01 - 12:00	4.0	1.4	0.2	2.4	0.6			1.0	0.6	1.6		0.4			0.2			12.4
																		0.0
12:01 - 1:00	4.2	3.0	0.2	3.4	0.6			1.0	0.8	0.4								13.6
1:01 - 2:00	4.6	4.0	0.2	1.8				1.2	0.6	0.6								13.0
2:01 - 3:00	5.6	0.4		1.8				0.8	0.4	0.2								9.2
3:01 - 4:00	5.6	0.6		2.0	0.6			0.2										9.0
4:01 - 5:00	3.8	1.2		1.6	0.2				0.2									7.0
5:01 - 6:00	4.0	1.2	0.2	1.6				0.2	0.6									7.8
Total	64.0	19.4	2.6	24.4	4.4	0.0	0.0	10.4	6.8	8.6	0.0	0.8	0.0	0.0	0.2	0.0	0.0	141.6

Fuente: propia

#### 3.2.2.4.3. Expansión del tráfico de vpd de 12 horas a vpd de 24 horas.

El tráfico obtenido de 12 horas se debe expandir a 24 horas para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA). Para la expansión se hace uso de los registros y factores de expansión de tráfico a nivel nacional que posee la Dirección de Administración Vial (DAV), que pertenece a la Dirección General de Planificación (DGP) del Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI), el cual es el organismo rector de la vialidad del país. La DAV realiza anualmente campañas de conteo de tráfico y en las carreteras del país y edita la revista Anuario de Aforos de Tráfico.

En la zona de estudio se ubica la Estación de Corta Duración, ECD N° 6202, Tola – Salinas (identificada como NIC 62) la que está asociada a la estación de Mayor Cobertura, EMC N° 1802, San Marcos Masatepe (identificada como NIC 18<sup>a</sup>). Se cuenta con registros del año 2012 para la ECD 6202 (regularmente se hacen conteos cada tres años en las estaciones de conteo de corta duración) y se tienen registros del año 2013 para la estación EMC 1802.

De estas estaciones se obtienen los factores de expansión del tráfico de 12 horas a tráfico de 24 horas, que se identifica con el nombre de “factor día”, se obtiene además la expansión a tráfico diario semanal identificado como “factor semanal” y el factor que desestacionaliza el tráfico y lo convierte a tráfico promedio diario anual, identificado como “factor de ajuste”. El nombre de los factores de ajuste corresponde a los utilizados en la revista anual del MTI.

Cuadro N° 17. Factores Estación de Mayor Cobertura 1802

Camino: NIC-18A	Estación: 1802	Tramo: San Marcos Masatepe						Periodo S		Dias: 7		Horas: 24		Mes/Año: marzo 2013			km: 45 500		
Grupos	Motos	Vehículos de pasajeros						Vehículos de carga								Veh. Pesados			Total
		Autos	Jeep	Cta	Mbus		Bus	Liv 2 - 5 t	C2	C3	Tx - Sx ≤ 4e	Tx Sx ≥ 5e	Cx Rx ≤ 4e	Cx Rx ≥ 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros		
					< 15 P	15 - 30													
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21		
TP	1273	1101	307	811	342	100	159	298	218	47		41					5	4702	
Factor Día	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Factor Semanal	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	11,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
Factor Ajuste	1,18	0,99	1,09	1,04	1,04	0,62	0,97	0,97	0,98	0,76	1,00	0,99	1,00	1,00	4,00	1,00	1,60		
TPDA	1502	1090	335	843	356	682	154	289	214	36	0	41	0	0	0	0	8	5550	

Fuente: MTI

Cuadro N° 18. Factores Estación de Corta Duración 6202

Camino: NIC-62	Estación: 6202		Tramo: Tola - Las Sainas					Periodo L		Dias: 3		Horas:		Mes/Año: julio 2012			km: 151 000		
Grupos	Motos	Vehiculos de pasajeros						Vehiculos de carga								Veh. Pesados			Total
		Autos	Jeep	Cta	Mbus		Bus	Liv 2 - 5 t	C2	C3	Tx - Sx ≤ 4e	Tx Sx ≥ 5e	Cx Rx ≤ 4e	Cx Rx Z= 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros		
					< 15 P	15 - 30													
	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	13	14	15	16	18	19	21		
TP	291	11	41	126	2	1	12	21	15	1					1			522	
Factor Día	1,24	1,29	1,26	1,27	1,19	1,27	1,14	1,25	1,26	1,16	1,00	1,43	1,00	1,00	1,11	1,50	1,21		
Factor Semanal	1,05	1,06	1,07	0,95	1,01	0,98	1,01	0,88	0,88	0,88	1,00	0,96	1,00	1,00	0,79	1,00	0,85		
Factor Ajuste	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00		
TPDA	379	15	55	152	2	1	14	23	17	1	0	0	0	0	1	0	0	660	

Fuente: MTI

Cuadro N° 19. Expansión a 24 horas Conteo Tola - Estación 1

Descripción	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mb < 15	Mb 15 30	Bus	Liv	C2	C3	Tx - Sx <= 4e	Tx Sx >= 5e	Cx Rx <= 4e	Cx Rx Z= 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros	Total
vpd de 12 horas	299	58	75	165	23	0	20	33	43	44	0	2	0	0	4	0	0	766
factor día	1.24	1.29	1.26	1.27	1.19	1.27	1.14	1.25	1.26	1.16	1.00	1.43	1.00	1.00	1.11	1.50	1.21	
vpd de 24 horas	371	74	95	210	27	1	22	42	54	51	0	3	0	0	5	0	0	954

Fuente: propia

Cuadro N° 20. vpd semanal Tola - Estación 1

Descripción	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mb < 15	Mb 15 30	Bus	Liv	C2	C3	Tx - Sx <= 4e	Tx Sx >= 5e	Cx Rx <= 4e	Cx Rx Z= 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros	Total
vpd de 24 horas	371	74	95	210	27	1	22	42	54	51	0	3	0	0	5	0	0	954
factor semana	1.05	1.06	1.07	0.95	1.01	0.98	1.01	0.88	0.88	0.88	1.00	0.96	1.00	1.00	0.79	1.00	0.85	
vpd semanal	390	79	101	199	27	0	23	37	47	45	0	3	0	0	4	0	0	955

Fuente: propia

Cuadro N° 21. Expansión a trafico promedio diario anual Tola - Estación 1

Descripción	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mb < 15	Mb 15 30	Bus	Liv	C2	C3	Tx - Sx <= 4e	Tx Sx >= 5e	Cx Rx <= 4e	Cx Rx Z= 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros	Total
vpd semanal	390	79	101	199	27	0	23	37	47	45	0	3	0	0	4	0	0	955
factor temporada	1.18	0.99	1.09	1.04	1.04	0.62	0.97	0.97	0.98	0.76	1.00	0.99	1.00	1.00	4.00	1.00	1.60	
TPDA	460	78	111	207	28	0	22	36	47	34	0	3	0	0	15	0	0	1,040

#### 3.2.2.4.4. Proyecciones de tráfico.

Para la estimación de la tasa de crecimiento y proyecciones del tráfico normal del tramo durante el periodo de diseño, se hizo uso de variables que representan el crecimiento económico y social de Nicaragua como el Producto Interno Bruto (PIB), el Índice de Precios al Consumidor (IPC) y el crecimiento poblacional del país.

Estas variables tienen relación con el transporte de carga y vehículos de recreación y pasajeros, y con el crecimiento vehicular del TPDA ya que está íntimamente ligado con el movimiento de la producción y el movimiento de pasajeros del transporte público y particular.

Para determinar si la información del TPDA histórico de la estación permanente N° 1802 es confiable y puede usarse para la estimación de la tasa de crecimiento, se establece la correlación del crecimiento histórico del PIB y de la población a través de una regresión lineal que permita determinar la confiabilidad de estas variables.

El tráfico utilizado para la proyección del crecimiento es el del tramo Tola Estación 1 que es de 1048 vpd, ya que este presentó el mayor valor de las dos estaciones analizadas. Este tráfico se proyecta hasta el año 2037.



Cuadro N° 22. Proyección de tráfico

Descripción	Moto	Autos	Jeep	Cta	Mb < 15	Mb 15 30	Bus	Liv	C2	C3	Tx - Sx <= 4e	Tx Sx >= 5e	Cx Rx <= 4e	Cx Rx Z= 5e	Veh. Agric	Veh. Cons.	Otros	Total
2017	460	78	111	207	28	0	22	36	47	34	0	3	0	0	15	0	0	1,040
2018	473	80	114	214	29	0	23	37	48	35	0	3	0	0	15	0	0	1,071
2019	488	83	117	220	30	0	23	38	49	36	0	3	0	0	16	0	0	1,103
2020	502	85	121	227	31	0	24	39	51	37	0	3	0	0	16	0	0	1,136
2021	517	88	124	233	32	0	25	40	52	38	0	3	0	0	17	0	0	1,170
2022	533	90	128	240	33	0	25	41	54	39	0	3	0	0	17	0	0	1,205
2023	549	93	132	248	34	0	26	43	56	41	0	3	0	0	18	0	0	1,241
2024	565	96	136	255	35	0	27	44	57	42	0	3	0	0	18	0	0	1,279
2025	582	99	140	263	36	0	28	45	59	43	0	3	0	0	19	0	0	1,317
2026	600	102	144	270	37	0	29	46	61	44	0	4	0	0	19	0	0	1,357
2027	618	105	149	279	38	0	29	48	63	46	0	4	0	0	20	0	0	1,397
2028	636	108	153	287	39	0	30	49	64	47	0	4	0	0	20	0	0	1,439
2029	655	111	158	296	41	0	31	51	66	48	0	4	0	0	21	0	0	1,482
2030	675	115	162	304	42	0	32	52	68	50	0	4	0	0	22	0	0	1,527
2031	695	118	167	314	43	0	33	54	70	51	0	4	0	0	22	0	0	1,573
2032	716	121	172	323	44	0	34	56	72	53	0	4	0	0	23	0	0	1,620
2033	738	125	177	333	46	0	35	57	75	55	0	4	0	0	24	0	0	1,668
2034	760	129	183	343	47	1	36	59	77	56	0	4	0	0	24	0	0	1,719
2035	783	133	188	353	49	1	37	61	79	58	0	5	0	0	25	0	0	1,770
2036	806	137	194	363	50	1	38	62	82	60	0	5	0	0	26	0	0	1,823
2037	830	141	200	374	51	1	40	64	84	61	0	5	0	0	27	0	0	1,878

### **3.3.- Estudio del Proceso.**

#### **3.3.1 Especificaciones técnicas del proyecto**

La construcción de las obras de este proyecto, se regirá por las especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes con el NIC-2000.

Las presentes especificaciones técnicas prevalecen sobre todas aquellas que se le opongan y estén contenidas en los planos constructivos.

Cemento: General Use (GU)

Arena: de primera calidad, seca y libre de materia orgánica. Se puede obligar al contratista a lavarla, si fuese necesario- a criterio del ingeniero supervisor.

Piedra triturada: De primera clase, adquirida en fábricas debidamente autorizadas por el MTI, se adquirirá en diversos tamaños:  $\frac{3}{4}$ ",  $\frac{1}{2}$ " ó material cero, de acuerdo al uso indicado.

Madera: Estructuralmente se usará madera de pino en las dimensiones especificadas en los planos. Para efectos de formaletas, las piezas de madera deberán estar lo suficientemente secas y debidamente sujetadas a fin de evitar en lo posible las deformaciones de la misma. El ingeniero supervisor evitará que la madera de uso estructural sea utilizada más de dos veces en la obra.

Adoquines: Todo adoquín a utilizar será tipo tráfico, de al menos 4000 PSI, proveniente de fábricas nacionales debidamente autorizadas por el MTI. Por ningún caso se aceptará adoquín producido por el contratista.

Los adoquines son elementos macizos, de hormigón, prefabricados, con paredes verticales, que ajustan bien unos contra otros, para formar una superficie completa,

dejando solo una junta entre ellos, y que sirven como capa de rodadura o superficie para los pavimentos que llevan su nombre. En un adoquín se distinguen los siguientes elementos:

Cara superior (o superficie de desgaste) sobre la cual circula el tránsito y que define la forma del adoquín.

Cara inferior, igual a la superior, sobre la que se apoya el adoquín en la capa de arena

Caras laterales o paredes, curvas o rectas, pero verticales y sin llaves, que conforman el volumen y determinan el espesor.

Aristas o bordes donde empalman dos caras o los quiebres de la cara lateral.

Bisel. Es un chaflán o plano inclinado en las aristas o bordes de la cara superior que se puede o no hacer en el momento de la fabricación. No debe tener más de 1 cm de ancho y no es indispensable, pero mejora la apariencia de los adoquines, facilita su manejo y contribuye al llenado de la junta.

Espesor. Los adoquines se fabrican en espesores de 6 cm para tránsito peatonal y vehicular liviano; de 8 cm para vías de tránsito medio y pesado (inclusive aeropuertos) y de 10 cm para tránsito muy pesado (patios de carga y puertos, etc.)

Foto N° 2 Adoquines típicos



Fuente: Mayco

### 3.3.2.- Actividades en la ejecución del proyecto.

#### 3.3.2.1- Preliminares.

En esta etapa deberá considerarse además de la movilización del equipo y de personal a la obra, las siguientes condiciones:

##### 3.3.2.1.1.- Construcciones temporales.

Se debe proveer y mantener las instalaciones de oficinas de campo para el trabajo, bodegas, dormitorios y servicios sanitarios.

Antes de proceder al inicio de las obras el contratista deberá efectuar limpieza para eliminar obstáculos tanto en el sitio de la obra como en lugares aledaños que puedan incidir en la ejecución de las mismas.

Se hará limpieza en todo el área de construcción indicada en planos y se removerán obstrucciones, basura y escombros

El material resultante será removido del predio de la construcción y no se iniciará otro trabajo hasta que esté terminado.

##### 3.3.2.1.2.- Rótulos avisos preventivos y luces.

El Contratista deberá elegir y mantener a su costo en los lugares de trabajo dos (2) rótulos, tipo FISE, de identificación del proyecto, empotrados en concreto.

El Contratista deberá proveer y mantener señales preventivas que indicarán la proximidad de la obra en ejecución, así como los desvíos y restricciones al tránsito originado por la misma.

Se considera un estimado de 6 rótulos preventivos. Las señales preventivas deberán colocarse a una distancia de 50 a 100 metros antes del peligro. Estarán constituida por lamina de zinc liso galvanizado de 60 x 60 cm. y 1.50 mm de espesor. Estas señales serán soportadas por postes metálicos.

#### 3.3.2.1.3.- Demoliciones.

Comprende demoliciones de estructuras existentes en el sitio, obligándose antes del inicio de otra obra evacuar los desechos producto de la demolición, dejando limpio el sitio.

#### 3.3.2.2.- Movimiento de tierra.

##### 3.3.2.2.1. Excavación de calzada.

Este trabajo consistirá en la excavación necesaria para acondicionar la colocación de la estructura de soporte del adoquín. Antes de proceder con las excavaciones se deberá recuperar 10 cms. del material de revestimiento existente en la calzada y acopiarlo dentro de un radio razonable donde lo indique el Supervisor o el Dueño para su posterior colocación como material de base para el adoquinado.

Será responsabilidad del Contratista velar que el material no se desperdicie y/o contamine. El material de corte a reutilizar se debe acopiar de forma que el acarreo debe estar en el rango de 300 m como acarreo libre, por lo que el contratista definirá la estrategia de trabajo y los puntos de acopio a su conveniencia.

Una vez recuperado el material y almacenado adecuadamente los 10 cm. de la capa del revestimiento actual, se procederá a la excavación o corte general en el ancho y profundidad indicados en los planos de acuerdo a los niveles de rasante. El material excavado se depositará donde lo indique el Supervisor o el Dueño.

El fondo de la excavación deberá ser escarificado y recompactado en un espesor de 15 cm. mínimo, con un grado de compactación del 90 % referenciada al método del próctor standard. El material sobrante de la excavación se depositará a una distancia no mayor de 1 km.

#### 3.3.2.2.2. Revestimiento de Sub-Base.

El material de sub-base a utilizar será material selecto del revestimiento existente y completando con el material de préstamo Los Martínez compactando al 95% de la densidad máxima próctor. El espesor de la sub-base es de 15 cm.

#### 3.3.2.2.3. Revestimiento de Base.

El material a utilizar en la base es una mezcla de 64% del banco Motastepe y el 36% del banco Los Martínez, compactado al 98% de su densidad máxima próctor, con un espesor de 20 cm.

Para aquellos sitios en que por sus dimensiones no se puede utilizar equipo pesado de compactación, deberá usarse vibradores mecánicos de compactación manual, rodillos, vibratorio, aprobado por la supervisión.

El acarreo de material de préstamo para la base está a una distancia de 3 km proveniente del banco el Los Martínez y 1.3 km. proveniente del banco Motastepe.

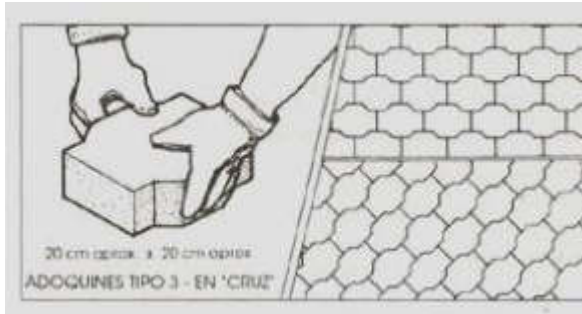
#### 3.3.2.3.- Carpeta de rodamiento.

##### 3.3.2.3.1. Adoquinado.

Para el proceso del adoquinado se requiere adoquines de 3500 PSI. Para el inicio de la colocación de adoquines se requiere de la colocación de una capa de arena de

5 cm. de espesor sobre la base antes colocada y autorizada por el supervisor. La junta de adoquines no debe ser mayor de 1 cm.

Imagen N° 4 Adoquines para calles



Fuente: <http://www.elprisma.com/apuntes/curso.asp?id=7934>

#### 3.3.2.4.- Cunetas, andenes y bordillos.

##### 3.3.2.4.1.- Cunetas de concreto, vigas de amarre y andenes (2500 PSI).

Estas estructuras serán de concreto simple con una resistencia de 2,500 PSI a los 28 días de edad. La proporción de la mezcla será sometida por el Contratista a la supervisión para su aprobación. El cemento será Pórtland Tipo I ASTM C-150.

La arena deberá estar libre de contaminantes, basuras y materia orgánica. Podrá usarse arena motastepe o graduación similar debidamente cribada por la malla # 4.

El agregado grueso a utilizar en la mezcla de concreto deberá cumplir con las recomendaciones para agregado grueso de las Normas 613-83 de ACI 318-95 debiendo almacenar en un lugar seco y limpio.

Todo el equipo de mezclado y transporte de concreto deberá estar limpio y en óptimas condiciones. El agua a utilizarse deberá estar totalmente limpia y libre de impureza, de aceites, ácidos sales, materia orgánica.

La mezcladora a usarse deberá efectuarse por lo menos durante 1 ½ a 2 minutos después de todos los materiales estén dentro del tambor a menos que se demuestre que un tiempo menor es satisfactorio mediante las pruebas de uniformidad en el mezclado, según especificación para concreto premezclado (ASTM C-94).

El concreto debe transportarse de la mezcladora al sitio final de su colocación empleando métodos que prevengan la segregación.

El control de concreto será hecho por medio de cilindros que se probaran a la compresión. Se tomará una muestra por cada 15 m<sup>3</sup> de concreto, con un mínimo de tres muestras por elementos estructurales.

#### 3.3.2.5.- Obras de drenaje.

##### 3.3.2.5.1. Vados de Concreto.

Para mejorar el drenaje de aguas pluviales en las calles se conducirán a través de vados triangulares en las intersecciones. Se procurará en la mayor medida posible evitar drenar las aguas sobre las calles interceptoras, con el fin de evitar el recargue de aguas en el sector oeste de la calle proyectada, ya que se trata de una zona con características de inundación. Los vados serán de concreto de 2500 PSI, con un ancho de 5 m. y un espesor de 15 cm.

#### 3.3.2.6.- Señalización vial.

Comprende señalización horizontal y vertical con el objetivo de brindar seguridad a la población al momento de transitar por la vía.



#### 3.3.2.6.1.- Señalización Horizontal.

Se refiere al rayado con líneas continuas del eje de la vía, la pintura será especial contra la acción de la intemperie y contra desgaste producido por el pase vehicular, 28 zonas de seguridad peatonal con rayas continuas y 10 tramos de rayas discontinuas en la línea central de las calles.

#### 3.3.2.6.2.- Señalización vertical.

Se refiere a señales metálicas autorizadas por el Ministerio de Transporte e Infraestructura (MTI) como 8 señalamientos de reglamentación de ALTO, 7 señalamientos de reglamentación de CEDA EL PASO y 8 señalamientos de información de DOBLE VIA.

#### 3.3.2.7.- Medidas de mitigación.

La obra llevará un plan de monitoreo ambiental durante su ejecución, consistente esencialmente en las actividades siguientes:

Señalización durante la puesta en obra del proyecto, previniendo a los pobladores sobre emisiones sonoras y polvo u otras sustancias como pintura, cemento, etc. De la misma manera se proveerá a los trabajadores de los accesorios necesarios para su protección como tapa orejas, gafas de protección, etc.

Se priorizará la integración del medio natural con las obras a construir, cuidando de no talar árboles de importancia.

Se procurará utilizar materiales del lugar cercano a donde se realizará la obra, de manera compensatoria para formar las terrazas, comprobando su calidad, el material selecto será obtenido del Los Martínez y del banco Motastepe.

Los desechos sólidos producidos por la construcción serán depositados en el basurero municipal de Ciudad Sandino, esta labor la asumirá la empresa.

La calidad del aire que se prevé será afectada por el incremento de las partículas de polvos disueltas en el ambiente debido a los trabajos de movimientos de tierra y a las emisiones de gases de la maquinaria que realiza dichos trabajos, se deben mitigar aplicando riegos de agua en las zonas de trabajo y dando un mantenimiento adecuado y periódico a las maquinarias.

Para no afectar la calidad de los suelos, la capa fértil se acopiará y posteriormente a la finalización de los trabajos se tenderá y conformará para su vegetación natural. Otro riesgo de contaminación de los suelos es por el derrame de aceites y combustibles, el contratista deberá de impermeabilizar las áreas de trabajo en talleres y planteles.

Para el manejo ambiental de los bancos de materiales el contratista deberá de preparar un plan de manejo ambiental, el cual contendrá la información básica de la metodología de extracción a utilizar, maquinaria, características del material, medidas de mitigación ambiental, plan de contingencias contra accidentes, levantamientos topográficos, detalles de cortes a través de perfiles y secciones transversales.

El contratista tiene prohibido realizar lavado de maquinaria en fuentes de agua naturales y deberá construir instalaciones con dispositivos de captación y recolección de hidrocarburos y lubricantes para evitar derrames que vayan a parar a fuentes de agua.

Para garantizar la Seguridad e Higiene Ocupacional el contratista deberá establecer un sistema de recolección, manejo y disposición final de los desechos líquidos y sólidos generados en todas sus instalaciones.

El contratista se hará responsable de toda la señalización vial preventiva de las calles durante la ejecución de las obras.

#### 3.3.2.8.- Limpieza y entrega final.

Esta actividad consistirá en la limpieza del área, recolección y remoción de todo material sobrante de la construcción lista para entregar y en la instalación de un rótulo metálico.

#### 3.4.2.- Mantenimiento de Adoquinado.

##### Procedimiento

Extraer adoquines dañados.

Rellenar y apisonar sub-base.

Apisonar base de arena.

Colocar adoquines y rellenar juntas.

Mantener siempre arenillada toda la superficie de las calles adoquinadas, a fin de rellenar juntas y evitar la infiltración del agua en periodo de invierno, que socavan la base y sub-base.

## **Capítulo IV.- Estudio económico.**

### **4.1.- Situación sin proyecto.**

#### **4.1.1.- Producción de la zona.**

##### **4.1.1.1. Tecnología en el área de influencia.**

Aunque a nivel municipal y de los sectores de la comarca el uso actual es relativamente más alto de los que representan estos conceptos en el área de influencia del proyecto y del censo efectuado, la realidad es que el sector agrícola en esta zona se encuentra bastante deprimida debido a la falta de asistencia técnica, falta de financiamiento, el desestimulo de los precios agrícolas, los altos costos de productos e insumos en detrimentos de las áreas que se destinan a este sector.

##### **4.1.1.2. Situación y rendimiento de la producción en la zona de estudio.**

###### **4.1.1.2.1. Cultivo de maíz.**

El maíz es sembrado durante el ciclo de primera y postrera. Este cultivo es fundamental para la dieta alimenticia de los habitantes de la zona.

Su sistema de siembra actual es con tecnología tradicional al espeque y/o bueyes utilizando un promedio de 36 a 50 libras por ha en primera se siembra un promedio de 1.5 ha con un rendimiento de 1.81 ton/ha alcanzado una producción de 2.72 toneladas. Hay productores que utilizan fertilizantes y pesticidas, hay otros que no los usan por falta de financiamiento, es una de las razones por las que no se utilizan ambos químicos. Por tanto, el nivel de tecnología aplicado es bajo, en algunos casos esporádicos usan arado con bueyes.

La superficie utilizada en este cultivo en el año del estudio es de 222.70 ha. De acuerdo a datos del MAGFOR se estima que en la situación sin proyecto tenga un crecimiento de 1% y con proyecto un crecimiento de 3% anual.

Sin el camino el rendimiento promedio crecerá desde 1.81 ton/ha hasta 2.08 ton/ha estabilizándose el cuarto año, esto al desarrollar un nivel de tecnología semitecnificada que vienen aplicando los productores.

#### 4.1.1.2.2. Cultivo del frijol.

En la zona de influencia se cultivan 167.13 ha de frijol con tecnología tradicional. Este se siembra en primera y en postrera, siendo la postrera la más importante. El área promedio de siembra es 2 ha. con un rendimiento promedio de 0.63 ton/ha para una producción de 1 ton, el sistema de siembra actual es al espeque o con bueyes.

La superficie cultivada en el año de estudio del proyecto es de 167.13 ha y se considera un crecimiento de 1% en la superficie cultivada en la situación sin proyecto y 3 % en la situación con proyecto, esto de acuerdo a datos del MAGFOR.

Sin mejora en el camino se parte de un rendimiento de 0.63 ton/ha hasta estabilizarlo en el cuarto año en 0.65 ton/ha al desarrollar un nivel de tecnología semitecnificada que vienen aplicando los productores.

#### 4.1.1.2.3. Cultivo de sorgo.

En la zona de influencia se cultivan 111.14 ha con tecnología tradicional. Este cultivo se siembra en primera y postrera, con un rendimiento de 1.8 ton/ha, la cual es para auto consumo y para alimentación animal (cerdos y aves de corral), el sistema de siembra actual es con tecnología tradicional utilizando el espeque o bueyes.

En la zona de influencia se cultivan 111.14 ha de sorgo y durante la vida útil del proyecto, tendrá un crecimiento de 1% en la situación sin proyecto y 3% en la situación con proyecto, de acuerdo a criterios del MAGFOR:

Sin la mejora del camino el rendimiento promedio crecerá desde 1.80 ton/ha hasta 2.40 ton/ha estabilizándose en el cuarto año, esto al mejorar la tecnología que vienen aplicando los productores.

#### 4.1.1.2.4. Cultivo de musáceas (plátano).

En la zona de influencia se cultivan 362.66 ha con tecnología tradicional. Este cultivo se siembra en primera con un rendimiento de 1.5 ton/ha, una menor parte es para autoconsumo y para alimentación animal (cerdos) el restante es para comercializarlo, el producto lo llegan a comprar a las fincas.

La superficie actual utilizada en el cultivo es de 362.66 ha y durante la vida del proyecto tendrá un crecimiento de 1% de la superficie sembrada en la situación sin proyecto y 3% en la superficie sembrada en la situación con proyecto.

Sin la mejora del camino el rendimiento promedio crecerá desde 1.59 ton/ha hasta 1.81 ton/ha establecido en el cuarto año al mejorar el nivel de tecnología semitecnificada que vienen aplicando los productores.

Los rendimientos esperados por los productores se muestran en el cuadro 23.

Cuadro N° 23. Rendimientos agrícolas en la zona de estudio.(sin proyecto)

Situación	Cultivo	Área (ha)	Rendimiento (ton/ha)		Crecimiento (%)
			1 a 3 años	4 a más años	
Sin proyecto	Maíz	220.70	1.81	2.08	1%
	Frijol	167.13	0.63	0.68	1%
	Sorgo	111.14	1.80	2.40	1%
	Musáceas	362.66	1.59	1.81	1%

Fuente: MAGFOR

#### 4.1.1.3. Comercialización agrícola

De los datos de campo se determinó que la mayoría de los productores (80 %) venden el producto en la misma comarca o en la finca y solo el 20 % vende sus productos en los mercados de Rivas, Carazo y Managua.

##### 4.1.1.3.1. Situación y rendimientos pecuarios.

###### 4.1.1.3.1.1. Descripción de la situación actual.

La zona de influencia tiene un área de 1,220.43 ha dedicadas al pasto, que representa el 41.85% de la superficie total, en donde 778.44 ha son pastos naturales y 441.99 ha son pastos cultivados principalmente Jaragua y Estrella-

Sobre la superficie en pasto se encuentra establecido un hato de 1,099 cabezas de ganado, en donde 37.40% son animales macho y el 62.60% son hembras. Manifestando una carga receptiva de 0.7 cabezas por hectárea.

El periodo de lactancia es de 180 días con una producción de 3.5 litros en verano y 5 litros en invierno por día como promedio. Básicamente la función de producción es de doble propósito, con una mayor tendencia a la producción de carne,

Los indicadores técnicos encontrados en la zona de influencia del proyecto según el nivel de tecnología aplicada se muestran en el cuadro 14.

Cuadro N° 24. Indicadores técnicos producción ganadera

Indicador	Rango
Tasa de natalidad	51 - 53 %
Tasa de mortalidad terneros	6 - 4 %
Mortalidad de adulto	2.5 - 1.5 %
Duración de lactancia	180 días
Producción de vaca por día	3.5 - 5 litros

Fuente: propia

Se considera que sin la mejora del camino la producción de leche tiende a crecer desde un volumen de 27,359 litros en el año 1 un promedio anual de 2,471 litros como efecto de los índices de lactancia y productividad de vaca por día.

Sin la mejora del camino la producción de ganado vacuno procedente de la extracción del hato es de 696 cabezas en promedio anual, con un peso promedio de 330 kg, siendo estos en su mayoría terneros y novillos.

#### **4.1.2.- Mantenimiento del camino.**

En la situación sin proyecto se espera que se realice el mantenimiento adecuado al camino para que se mantenga en funcionamiento.

##### **4.1.2.1. Mantenimiento anual.**

Cuadro N° 25. Costo de mantenimiento anual (sin proyecto)

Concepto	UM	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Costo total (C\$)	Costo total (\$)
Movilización	glb	1,00	117.230,19	117.230,19	3.901,17
Nivelación y conformación	km	2,15	74.321,83	159.791,93	5.317,54
Limpieza de derecho de vía	ha	2,25	26.628,94	59.915,12	1.993,85
Bacheos de caminos no pavimentado	m <sup>3</sup>	1.791,15	110,80	198.459,42	6.604,31
Limpieza de alcantarillas y cajas	unidad	1,00	2.392,83	2.392,83	79,63
Sub total				537.789,49	17.896,49
Impuesto municipal		1%		5.377,89	178,96
Impuesto al valor agregado		15%		80.668,42	2.684,47
Total				623.835,81	20.759,93

Fuente: propia



#### 4.1.2.2. Mantenimiento cada tres años.

Cuadro N° 26. Costo de mantenimiento (sin proyecto, cada 3 años)

Concepto	UM	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Costo total (C\$)	Costo total (\$)
Movilización	glb	1,00	117.230,19	117.230,19	3.901,17
Nivelación y conformación	km	3,25	74.321,83	241.545,95	8.038,13
Limpieza de derecho de vía	ha	2,25	26.628,94	59.915,12	1.993,85
Bacheos de caminos no pavimentado	m³	1.186,79	110,80	131.496,33	4.375,92
Limpieza de alcantarillas y cajas	unidad	1,00	2.392,83	2.392,83	79,63
Sub total				552.580,41	18.388,70
Impuesto municipal		1%		5.525,80	183,89
Impuesto al valor agregado		15%		82.887,06	2.758,30
Total				640.993,28	21.330,89

Fuente: propia

#### 4.1.2.3. Mantenimiento cada diez años.

Cuadro N° 27. Costo de mantenimiento (sin proyecto, cada 10 años)

Concepto	UM	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Costo total (C\$)	Costo total (\$)
Movilización	glb	1,00	117.230,19	117.230,19	3.901,17
Capa de revestimiento de grava, Graduación A	m³	8.877,42	466,85	4.144.423,53	137.917,59
Limpieza de derecho de vía	ha	2,25	26.628,94	59.915,12	1.993,85
Bacheos de caminos no pavimentado	m³	1.977,98	110,80	219.160,18	7.293,18
Limpieza de alcantarillas y cajas	unidad	1,00	2.392,83	2.392,83	79,63
Sub total				4.543.121,85	151.185,42
Impuesto municipal		1%		45.431,22	1.511,85
Impuesto al valor agregado		15%		681.468,28	22.677,81
Total				5.270.021,34	175.375,09

Fuente: propia

## **4.2.- Situación con proyecto**

### **4.2.1.- Producción de la zona.**

#### 4.2.1.1. Situación y rendimiento de la producción en la zona de estudio.

##### 4.2.1.1.1. Cultivo de maíz.

Con el camino se considera un rendimiento inicial de 2.08 ton/ha, hasta estabilizarlo en 2.92 ton/ha en el cuarto año. Para obtener estos rendimientos los productores deberán tener acceso a un programa de asistencia técnica donde tengan asesoría en semilla mejorada, insumos, control de plagas y malezas y manejo poscosecha.

##### 4.2.1.1.2. Cultivo de frijol.

Con la mejora del camino se tiene un rendimiento de 0.63 ton/ha que crecerá hasta 0.75 ton/ha en el cuarto año. Para obtener estos rendimientos los productores deberán tener acceso a un programa de asistencia técnica para obtener un mejor manejo del cultivo.

##### 4.2.1.1.3. Cultivo de sorgo.

Con la mejora del camino se parte de 2.4 ton/ha hasta estabilizarlo en 3.10 ton/ha en el cuarto año. Para obtener estos rendimientos los productores deberán tener acceso a un programa de asistencia técnica para obtener un mejor manejo del cultivo.

##### 4.2.1.1.4. Cultivo de musáceas.

Con la mejora del camino se parte de 1.81 ton/ha hasta estabilizarlo en 1.90 ton/ha en el cuarto año. Para obtener estos rendimientos los productores deberán tener acceso a un programa de asistencia técnica para obtener un mejor manejo del cultivo.

Cuadro N° 28. Rendimientos agrícolas en la zona de estudio. (con proyecto)

Situación	Cultivo	Área (ha)	Rendimiento (ton/ha)		Crecimiento (%)
			1 a 3 años	4 a más años	
Con proyecto	Maíz	220.70	2.08	2.92	3%
	Frijol	167.13	0.63	0.75	3%
	Sorgo	111.14	2.40	3.10	3%
	Musáceas	362.66	1.81	1.90	3%

Fuente: MAGFOR

#### 4.2.1.2. Producción pecuaria.

Con la mejora del camino la producción de leche tiende a crecer a un ritmo de 4,524 litros anuales como efecto de un aumento en los índices de lactancia y la productividad de vaca por día.

Con la mejora del camino la producción de ganado tiene una extracción promedio anual de 825 cabezas con un peso de 340 kilos cada una, efecto de la inversión en las áreas de pastos cultivados y la compra de novillos.

#### 4.2.2.- Inversión.

Dependiendo de la naturaleza de los proyectos, varían los tipos de inversión y los rubros o áreas de la misma. Las inversiones a realizar para la ejecución del proyecto, pueden dividirse en áreas tales como: inversión fija y en activos diferidos.

##### 4.2.2.1. Inversión en infraestructura

La infraestructura del proyecto es la referida a la construcción de las calles por medio de contratistas o empresas constructoras con experiencia en esta área.

Cuadro N° 29. Inversión fija

Descripción	Monto (\$)
Preliminares	16.638,94
Movimiento de tierra	162.954,83
Estructura de pavimento	1.454.089,08
Drenaje menor	41.578,39
Señalización	23.881,39
Obras ambientales	59.654,15
Costos directos	1.758.796,77
Costos indirectos	175879,677
Sub total	1.934.676,45
Administración y utilidad	193467,645
Sub total	2.128.144,09
IVA	319221,614
Alcaldia	21281,4409
Total	2.468.647,15

Fuente: propia

De acuerdo con el estudio de ingeniería se ha determinado que el costo total del proyecto San Antonio El Gigante ubicado en el municipio de Tola es de \$ 2,815,481. Los detalles del presupuesto se pueden ver en el anexo financiero.

#### 4.2.2.2. Inversión diferida

La inversión diferida se refiere a los gastos necesarios para que el proyecto se eche a andar, entre estos se consideran los gastos de formulación y supervisión del proyecto.

Cuadro N° 30. Activos diferidos

Descripción	Porcentaje (%)	Monto (\$)
Formulación del Proyecto	3,00%	74.059,41
Supervisión del Proyecto	3,50%	86.402,65
Total		160.462,06

Fuente: propia

#### 4.2.2.3. Inversión total

La inversión total contempla los montos de inversión fija y diferida necesarios para que el proyecto se desarrolle.

Cuadro N° 31. Inversión total

Descripción	Monto (\$)
Activos fijos	2.468.647,15
Activos diferidos	160.462,06
Total	2.629.109,21

Fuente: propia

La vida de la calle es de 20 años por el tipo de material a utilizar, recomendada por la guía sectorial de calles<sup>2</sup>.

#### 4.2.3.- Costos de mantenimiento.

Los costos de operación del proyecto están referidos a los costos de mantenimiento que llevará consigo la puesta en funcionamiento de la obra una vez que se encuentre culminada y en funcionamiento.

##### 4.2.3.1. Mantenimiento anual.

Cuadro N° 32. Costo de mantenimiento anual (con proyecto)

Concepto	UM	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Costo total (C\$)	Costo total (\$)
Movilización	glb	1,00	117.230,19	117.230,19	3.901,17
Limpieza de alcantarillas y cajas	unidad	1,00	3.071,44	3.071,44	102,21
Limpieza de cunetas	m	1.256,00	98,22	123.364,32	4.105,30
Reforzamiento de cuña	m3	654,25	513,16	335.734,93	11.172,54
Reparación de bordillos	m	1.250,00	51,75	64.687,50	2.152,66
Sub total				644.088,38	21.433,89
Impuesto municipal		1%		6.440,88	214,34
Impuesto al valor agregado		15%		96.613,26	3.215,08
Total				747.142,52	24.863,31

<sup>2</sup> <http://www.snip.gob.ni/>

#### 4.2.3.2. Mantenimiento cada tres años.

Cuadro N° 33, Costo de mantenimiento (con proyecto, cada 3 años)

Concepto	UM	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Costo total (C\$)	Costo total (\$)
Movilización	glb	1,00	117.230,19	117.230,19	3.901,17
Reparación área adoquinado	m <sup>2</sup>	4.350,00	451,12	1.962.372,00	65.303,56
Reparación de mampostería	m <sup>3</sup>	87,50	2.538,15	222.088,13	7.390,62
Reparación de cuneta	m	1.250,00	277,59	346.987,50	11.547,00
Reposición de base	m <sup>3</sup>	886,69	959,22	850.530,78	28.303,85
Reparación de caliche de adoquinado	m <sup>2</sup>	6.156,82	140,40	864.417,53	28.765,97
Sub total				4.363.626,12	145.212,18
Impuesto municipal		1%		43.636,26	1.452,12
Impuesto al valor agregado		15%		654.543,92	21.781,83
Total				5.061.806,30	168.446,13

Fuente: propia

#### 4.2.3.3. Mantenimiento cada diez años.

Cuadro N° 34. Costo de mantenimiento (con proyecto, cada 10 años)

Concepto	UM	Cantidad	Costo unitario (C\$)	Costo total (C\$)	Costo total (\$)
Movilización	glb	1,00	117.230,19	117.230,19	3.901,17
Limpieza de derecho de vía	ha	2,25	36.748,11	82.683,25	2.751,52
Reparación de área adoquinado	m <sup>2</sup>	4.104,55	451,12	1.851.644,60	61.618,79
Capa de base agregados tratados con cemento, Graduación D	m <sup>3</sup>	1.829,55	959,22	1.754.940,95	58.400,70
Limpieza de alcantarillas y cajas	unidad	19,00	3.071,44	58.357,36	1.942,01
Sub total				3.864.856,34	128.614,19
Impuesto municipal		1%		38.648,56	1.286,14
Impuesto al valor agregado		15%		579.728,45	19.292,13
Total				4.483.233,36	149.192,46

Fuente: propia

#### 4.2.4.- Beneficios del proyecto

##### 4.2.4.1. Ingresos agropecuarios.

Los ingresos a precios financieros esperados por el proyecto parten de la situación sin proyecto determinados en el punto anterior tanto para el sector agrícola como pecuario de la zona, los cuales fueron recogidos de propia boca de los beneficiarios.

El crecimiento del área agrícola en la situación sin proyecto es de 1% anual y en la situación con proyecto 3% anual.

Los ingresos por cultivo son los siguientes.

Cuadro N° 35. Ingresos por cultivo

Cultivo	Precio (C\$/ton)
Maíz	5.511,50
Frijol	14.329,90
Sorgo	2.645,52
Musáceas	55.115,00

Fuente: propia

Para fines del análisis se considera que la producción aumenta y que los rendimientos aumentan debido al mayor acceso a la tecnología que proporciona un camino en buen estado. Por lo tanto los ingresos aumentan.

##### 4.2.4.2. Ahorro en transporte.

Se espera un ahorro en los costos de transporte del 10 % anual con relación a los costos de rodamiento después de ejecutado el proyecto. Obviamente esto dependerá en gran medida del mantenimiento y el uso de los beneficiarios que le den al camino lo cual redundara en una mayor durabilidad.

### 4.3.- Conversión de precios financieros a precio económicos.

#### 4.3.1. Criterios de ajuste.

La evaluación económica del proyecto se realiza bajo los siguientes criterios determinados por el Sistema Nacional de Inversión Pública (SNIP) del país.

Cuadro N° 36. Precios sociales o precios sombras (2015)

<i>Item</i>	<i>Factor de conversión</i>
Precio Social de la Divisa	1,015
Mano de Obra Calificada	1
Mano de Obra Calificada con desempleo involuntario	0,82
Tasa Social de Descuento (*)	8%

Fuente: SNIP

(\*) Costo de Oportunidad de los Fondos Públicos

1/ para el caso de la mano de obra calificada se considerará que el precio económico es igual al precio financiero

2/ para el caso de la mano de obra no calificada con desempleo involuntario el precio económico es el ochenta y dos por ciento del precio financiero. El factor de ajuste para ala mano de obra calificada con desempleo involuntario es 0.82

3/ para el caso de los precios de los insumos se considerará el factor de divisa en los productos de exportación para el caso de los ingresos y en el caso de los costos para el porcentaje de los mismos que corresponde a transables. De igual manera se procederá con los rubros de inversión en los cuales se considerará porcentajes de insumos importados. El factor de ajuste a la divisa es 1.015.

4/ La tasa de descuento para el análisis económico es de 8 %



#### 4.3.2.- Ajuste de la inversión a precios económicos

Considerando los parámetros anteriores y que algunos rubros en la inversión pueden ser considerados en su totalidad transables se ajusta la inversión a precios financieros. Los valores se presentan descontados de impuestos.

Cuadro N° 37 Inversión fija (a precios sociales)

Descripción	Monto (\$)
Preliminares	14.685,67
Movimiento de tierra	193.105,11
Estructura de pavimento	1.141.664,84
Drenaje menor	36.155,12
Señalización	21.063,99
Obras ambientales	50.995,32
Costos directos	1.457.670,04
Costos indirectos	145.767,00
Sub total	1.603.437,05
Administración y utilidad	160.343,70
Total	1.763.780,75

Fuente: propia

Detalles del presupuesto se pueden apreciar en el anexo financiero.

Cuadro N° 38. Inversión total (precios sociales)

Descripción	Monto (\$)
Activos fijos	1.763.780,75
Activos diferidos	139.532,23
Total	1.903.312,98

Fuente: propia

#### 4.3.3.- Ajuste de los ingresos y gastos a precios económicos

En este caso para facilitar el análisis se consideró que toda la producción se comercializa a nivel interno. En su estructura de costos se consideró que los bienes agrícolas en su mayoría insumos están exentos de impuestos y poseen un bajo componentes de bienes transables.

De manera que los costos para el análisis económico quedaran de la forma que en el análisis a precios de mercado.

#### 4.4. Análisis marginal.

Se debe considerar para el análisis económico solo aquella parte de los beneficios y costos generados por el proyecto para esto se hace un análisis de costos y beneficios marginales del proyecto.

Cuadro N° 39. Beneficio marginal de la producción (\$)

Año	Agrícola	Pecuaria	Total
2018	121.946,16	126.838,60	248.784,76
2019	145.995,19	127.290,17	273.285,35
2020	170.969,59	127.741,73	298.711,32
2021	145.220,88	128.193,29	273.414,17
2022	174.029,67	128.644,86	302.674,53
2023	203.947,25	129.096,42	333.043,68
2024	235.009,33	129.547,99	364.557,31
2025	267.252,70	129.999,55	397.252,25
2026	300.715,31	130.451,11	431.166,42
2027	335.436,24	130.902,68	466.338,92
2028	371.455,80	131.354,24	502.810,04
2029	408.815,51	131.805,81	540.621,32
2030	447.558,17	132.257,37	579.815,54
2031	487.727,89	132.708,94	620.436,83
2032	529.370,13	133.160,50	662.530,63
2033	572.531,75	133.612,06	706.143,81
2034	617.261,02	134.063,63	751.324,65
2035	663.607,70	134.515,19	798.122,89
2036	711.623,07	134.966,76	846.589,82
2037	761.359,97	135.418,32	896.778,29

Fuente: propia

Se puede apreciar que año con año el margen de beneficio del proyecto va aumentando.

En el cuadro N° 40 se refleja el costo marginal en cada año de vida del proyecto para un periodo de veinte años.

Cuadro N° 40. Costo marginal de mantenimiento

Año	Monto (\$)
2018	-20.759,93
2019	4.103,38
2020	3.532,42
2021	147.686,21
2022	4.103,38
2023	3.532,42
2024	147.686,21
2025	4.103,38
2026	4.103,38
2027	-150.511,77
2028	128.432,53
2029	4.103,38
2030	3.532,42
2031	147.686,21
2032	4.103,38
2033	3.532,42
2034	147.686,21
2035	4.103,38
2036	4.103,38
2037	4.103,38

Fuente: propia

En el cuadro N° 41 se presentan los resultados del beneficio marginal en este caso el valor de la producción marginal y el ahorro en transporte.

Cuadro N° 41. Beneficio marginal

Año	Producción marginal	Ahorro transporte	Total
2018	248.784,76	2.922,48	251.707,25
2019	273.285,35	3.010,16	276.295,51
2020	298.711,32	3.100,46	301.811,78
2021	273.414,17	3.193,48	276.607,65
2022	302.674,53	3.289,28	305.963,81
2023	333.043,68	3.387,96	336.431,63
2024	364.557,31	3.489,60	368.046,91
2025	397.252,25	3.594,29	400.846,54
2026	431.166,42	3.702,11	434.868,54
2027	466.338,92	3.813,18	470.152,10
2028	502.810,04	3.927,57	506.737,62
2029	540.621,32	4.045,40	544.666,72
2030	579.815,54	4.166,76	583.982,30
2031	620.436,83	4.291,76	624.728,59
2032	662.530,63	4.420,52	666.951,15
2033	706.143,81	4.553,13	710.696,95
2034	751.324,65	4.689,73	756.014,37
2035	798.122,89	4.830,42	802.953,31
2036	846.589,82	4.975,33	851.565,15
2037	896.778,29	5.124,59	901.902,88

Fuente: propia

#### 4.4.- Análisis de resultados económicos

##### 4.4.1. Flujo de caja económico

El flujo económico considera la inversión considera en un periodo de un año, el valor residual del camino en un 10 % de su valor inicial, los beneficios marginales del proyecto y lo costos marginales del mismo.

Los beneficios económicos, tal como se ha señalado anteriormente, incluyen los beneficios directos, los indirectos, las externalidades positivas; en el mismo sentido, los costos incluyen los directos, los indirectos, las externalidades negativas.

Cuadro N° 42. Flujo de caja (precios sociales)

Año	Inversión	Salvamento	Gasto de operación	Beneficios	Flujo de caja
2017	1.903.312,98				-1.903.312,98
2018			-20.759,93	251.707,25	272.467,17
2019			4.103,38	276.295,51	272.192,12
2020			3.532,42	301.811,78	298.279,36
2021			147.686,21	276.607,65	128.921,44
2022			4.103,38	305.963,81	301.860,43
2023			3.532,42	336.431,63	332.899,21
2024			147.686,21	368.046,91	220.360,71
2025			4.103,38	400.846,54	396.743,15
2026			4.103,38	434.868,54	430.765,15
2027			-150.511,77	470.152,10	620.663,87
2028			128.432,53	506.737,62	378.305,08
2029			4.103,38	544.666,72	540.563,33
2030			3.532,42	583.982,30	580.449,88
2031			147.686,21	624.728,59	477.042,38
2032			4.103,38	666.951,15	662.847,77
2033			3.532,42	710.696,95	707.164,53
2034			147.686,21	756.014,37	608.328,17
2035			4.103,38	802.953,31	798.849,92
2036			4.103,38	851.565,15	847.461,77
2037		176.378,08	4.103,38	901.902,88	1.074.177,57

Fuente: propia

#### 4.4.2. Criterios de evaluación.

##### Valor Actual Neto (VAN)

El Valor Actual Neto (VAN) económico es de 2,134,288.65 dólares esto es positivo o sea el proyecto es rentable.

##### Tasa Interna de Retorno (TIR)

La tasa interna del proyecto es 17.38 % lo cual es mayor que la TSD por lo que este criterio de evaluación indica que el proyecto debe realizarse.

## **Capítulo V.- Conclusiones y recomendaciones.**

### **5.1. Conclusiones.**

La zona de influencia directa (AID) e indirecta constituida por una extensión de 4,116.48 ha. con una población de 22,675 habitantes se verá beneficiada por el aumento de la producción de granos básicos, la ganadería y los productos lácteos, esto una vez mejorada la carretera, producto de asistencia técnica del gobierno y ONGs, así como por la posibilidad de una proyecto de electrificación rural que se tiene previsto en la zona.

La asistencia de programas para mejorar la competitividad en la zona de estudio a los pequeños y medianos productores contribuirá a mejorar su nivel de vida. Entre las mejoras se consideran, 1) aumento de área sembrada de granos básicos y pasto tecnificado, 2) aumento de la población ganadera y la producción de lácteos, 3(disminución de los costos de transporte de carga y pasajeros para llegar a los mercados nacionales, 4) se aumentarán los niveles de empleo y el nivel de vida de la zona de influencia directa del proyecto y 5) se atraerá más inversionistas en infraestructura productiva.

El uso del adoquín como alternativa de construcción en el desarrollo del proyecto dinamiza la economía local con el uso de la mano de obra de la zona.

El Valor Actual Neto Económico (VANE) positivo y la Tasa Interna de retorno (TIR) mayor que la Tasa Social de Descuento (TSD) garantizan que el proyecto es rentable desde el punto de vista social.

## **5.2. Recomendaciones.**

Se recomienda el desarrollo del proyecto por parte de las instituciones del estado ya que los indicadores de demanda social, viabilidad técnica y viabilidad financiera muestran que el proyecto es rentable.

Se recomienda la creación de comités de apoyo a la infraestructura del camino durante todo su recorrido para que exista una mayor duración del tiempo de vida y menos gasto en reparaciones del proyecto.

## **Bibliografía.**

- Baca Urbina, Gabriel **Fundamentos de Ingeniería Económica** Mc Graw Hill, México, 1999, 2da Ed.
- Fontaine, Ernesto **Evaluación Social de Proyectos** Alfa Omega Ed. 1999
- Gallardo Cervantes, Juan **Formulación y Evaluación de Proyectos de Inversión** Mc Graw Hill, México, 1998
- Especificaciones generales para la construcción de caminos, calles y puentes. NIC – 2000.
- Normas ACI
- Normas ASTM.
- Reglamento Nacional de la Construcción 2010.



ANEXOS.

Cuadro A 1 Presupuesto de inversión en rehabilitación del tramo de carretera

Etap a	Sub etap a	Descripción	Alcance de obra		Costo unitario (C\$)	Costo total (C\$)	Costo total (\$)
			Unidad de medida	Cantidad			
231		Trabajos preliminares				500.000,00	16.638,94
	1	Trabajos preliminares	glb	1,00	500.000,00	500.000,00	16.638,94
232		Movimiento de tierra				6.478.304,78	162.954,83
	1	Movilización	glb	1,00	189.149,05	189.149,05	6.294,48
	2	Abra y destronque	glb	1,00	77.665,95	77.665,95	2.584,56
	3	Excavación en la vía	m <sup>3</sup>	18.099,94	175,74	3.180.883,46	105.853,03
	4	Sub excavación	m <sup>3</sup>	1.506,60	140,06	211.014,40	7.022,11
	5	Préstamo no clasificado	m <sup>3</sup>	9.397,70	151,87	1.427.228,70	47.495,13
	6	Construcción de terraplenes	m <sup>3</sup>	9.397,70	148,16	1.392.363,23	46.334,88
233		Estructura de pavimento				43.695.376,91	1.454.089,08
		Capa de base agregados tratados con cemento, graduación D	m <sup>2</sup>	7.388,18	1.108,97	8.193.269,97	272.654,57
		Pavimnto de adoquines de concreto	m <sup>2</sup>	41.045,46	611,92	25.116.537,88	835.824,89
		Concreto estructural para rodamiento de ciclovía	m <sup>3</sup>	376,00	5.831,20	2.192.531,20	72.962,77
		Bordillo de concreto de cemento GU (300 mm de altura)	m	1.880,00	484,11	910.126,80	30.287,08
		Bordillo de concreto de cemento GU (400 mm de altura)	m	12.253,60	567,53	6.954.285,61	231.423,81
		Cuña de bordillo con revestimiento de cauces Tipo VII (10 cm de espesor)	m	932,80	352,30	328.625,44	10.935,95

234		Drenaje menor				1.249.430,64	41.578,39
		Vados de piedra bolón	m	369,77	3.378,94	1.249.430,64	41.578,39
		Señalización				717.635,89	23.881,39
		Postes delineadores	c/u	42,00	3.366,72	141.402,24	4.705,57
		Señales	glb	1,00	290.000,00	290.000,00	9.650,58
		Marcas de pavimento Tipo C	c/u	8.106,00	31,35	254.123,10	8.456,68
		Postes guías (fantasmas)	c/u	42,00	656,95	27.591,90	918,20
		Postes de kilometraje	c/u	5,00	903,73	4.518,65	150,37
241		Obras ambientales				1.792.607,06	59.654,15
		Caseta de parada de buses	c/u	8,00	203.008,98	1.624.071,84	54.045,65
		Cercas y portones de alambre de púas	m	1.553,32	108,50	168.535,22	5.608,49
Total costos directos						54.433.355,28	1.758.796,77
Costos indirectos			%	10,00%			175.879,68
Sub Total							1.934.676,45
Administración y utilidades			%	10,00%			193.467,64
Sub Total							2.128.144,09
IVA			%	15,00%			319.221,61
Alcaldía			%	1,00%			21.281,44
Total							2.468.647,15